This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

41

Harvard Medical School

Bowditch Library

The Gift of

Prof. Henry P. Bowditch

UNTERSUCHUNGEN

ZUR

NATURLEHRE

DES

MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

JAC. MOLESCHOTT.

JAHRGANG 1860.

VII. BAND.

Mit Abbildungen.

GIESSEN, 1860.
FERBER'SCHE UNIVERSITAETS-BUCHHANDLUNG.
(EMIL ROTH.)

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

41

INHALT

des siebenten Bandes.

		Seite
I.	Ueber die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches. Von E. du Bois-Reymond	1
II.	Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. Von G. Valentin	39
III.	Darf man Urin, in welchem der Zucker quantitativ bestimmt werden soll, vorher mit Bleiessig ausfällen? Von Prof. Ernst Brücke	70
IV.	Bestätigung der dem Pankreas eigenthümlichen kräftigen Wirksamkeit bei der Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe durch Versuche mit natürlichem Bauchspeichel. — Vergleich des alten Verfahrens, bei welchem eine Fistel angelegt würde, mit dem der Infusion. Kritik. Von Lucian Corvisart	77
V.	Ueber nicht polarisirbare Elektroden. Von E. du Bois-Reymond	119
VI.	Ueber die Muskelfasern der Mollusken. Ein Beitrag zur vergleichenden Structur und Entwicklungs-Lehre des Muskelgewebes. Von Dr. Theodor Margo	165
VII.	Ueber die Eiweisskörper des Bindegewebes. Von Dr. Alexander Rollet	190
VIII.	Der Klauenschlauch des Schafes (sog. Klauendrüse, sinus cutaneus Klein). Histologisch untersucht in dem physiologischen Institute der k. k. Universität zu Pesth. Von Dr. Coloman Balogh	205
IX.	Zur Würdigung der physiol. Wirkung der Sitzbäder. Rückbemerkungen an Herrn Dr. Böcker, auf dessen Antikritik (diese Zeitschrift Bd. VI.) Von Dr. L. Lehmann	219
X.	Ueber Lösungsgemenge aus Kali-Albuminat und phosphorsauren Alkalisalzen. Von Dr. Alexander Rollet	230
XI.	Beiträge zur näheren Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystems. Von Ludwig Mauthner	243
XII.	Ueber die Längenverhältnisse der Skelettmuskelfasern. Aus der Inauguralabhandlung des Hrn. Dr. Gubler mitgetheilt von A. Fick	251

Seite

XIII. Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. Von Dr. Einbrodt 265

XIV. Ueber einige Punkte, betreffend den Bau des Haarbalgs und der Haare der menschlichen Kopfhaut. Von P. Chapuis und Jac. Moleschott 325

XV. Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth. (Erste Reihe). Von Professor J. Czermak 353

XVI. Rhythmische Zusammenziehungen an der Cardia des Kaninchenmagens (Cardiapuls). Von J. Basslinger 359

XVII. Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth. (Zweite Reihe). Von Professor J. Czermak 367

XVIII. Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth. (Dritte Reihe). Von Professor J. Czermak 374

XIX. Ueber die Unempfindlichkeit der Cerebrospinalcentra für elektrische Reize. Von J. van Deen 380

XX. Experimentelle Beiträge zur Physiologie des Tastsinnes. Aus der Inauguralabhandlung des Dr. Arnold Wunderli auszugsweise mitgetheilt von A. Fick 393

XXI. Untersuchungen über den Einfluss der Vagus-Reizung auf die Häufigkeit des Herzschlags. Von Jac. Moleschott 401

XXII. Erläuterung zu einigen Bemerkungen des Hrn. Dr. Lehmann, gemacht in seinen in dieser Zeitschrift (Bd. VII) enthaltenen Notizen „zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder.“ Von Professor Radicke 469

XXIII. Erwiderung auf Herrn Dr. Lehmann's Rückbemerkungen: „Zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder“, im VII. Bde. Nr. IX dieser Zeitschrift. Von Dr. Böcker 482

XXIV. Untersuchungen über die Absonderung des Harnstoffs und deren Verhältniss zum Stoffwechsel. Von Carl Vogt 493

XXV. Das Epithelium der Darmzotten in verschiedenen Resorptionszuständen. Von Dr. Coloman Balogh, Assistenten am physiol. Institute der Pesther Universität 556

XXVI. Ueber die zeitlichen Verhältnisse, welche bei der elektrischen Erregung der Nerven in's Spiel kommen. Von Albert von Bezold 581

XXVII. Ueber einige Zeitverhältnisse, welche bei der directen elektrischen Erregung des Muskels in's Spiel kommen. Von Albert von Bezold 590

XXVIII. Ueber das Jacobson'sche Organ des Schafes. Von Dr. Coloman Balogh, Assistenten am physiol. Institute der Pesther Universität 595

I.

Ueber die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches.

Von **E. du Bois Reymond** [1]).

Bekanntlich hat zuerst Berzelius selber im Jahr 1807 beobachtet, dass das Muskelfleisch eine saure Reaction besitze. Für die Ursache derselben erklärte er den Gehalt des Fleisches an einer freien, nicht flüchtigen, organischen Säure, die er nach allen ihm damals bekannten Merkmalen für einerlei mit der von Scheele aus der sauren Milch dargestellten Säure erkannte. Es ist noch in Aller Gedächtniss und braucht deshalb hier nicht weiter ausgeführt zu werden, zu wie heftigen Kämpfen zwischen ihm und Hrn. v. Liebig volle vierzig Jahre später die von diesem wieder aufgenommene Erörterung über die Natur der Fleischsäure führte. Hr. v. Liebig, der zuerst das Vorkommen der Milchsäure im thierischen Körper läugnete, ward bald darauf, bei Gelegenheit seiner so berühmt gewordenen Untersuchungen über das Fleisch, gleichsam der zweite Entdecker derselben in den Muskeln, deren saure Reaction er von saurem milchsaurem und saurem phosphorsaurem Alkali herleitet. Im Verfolg seiner Untersuchungen haben dann einerseits die Hrn. Engelhardt, Heintz und Strecker die Natur der Fleischmilchsäure genauer studirt und ihre Abweichungen von der gewöhnlichen Milch-

[1]) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser aus den Monatsberichten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 21. März 1859.

säure festgestellt; andererseits die Hrn. Scherer und Wydler auch noch eine Anzahl flüchtiger Säuren aus dem Fleische gewonnen, endlich die Hrn. Lehmann und Siegmund die saure Reaction der von Hrn. v. Liebig nicht berücksichtigten glatten Muskeln beobachtet. In Frankreich vertheidigen neuerdings die Hrn. Valenciennes und Frémy die Meinung, die saure Reaction des Muskelfleisches werde nur in einzelnen Fällen durch Milchsäure, gewöhnlich aber durch saures phosphorsaures Kali (KO, 2 HO, PO^5) bedingt.

Während so über die Natur der Säure, denen die Muskeln ihre Reaction verdanken, viel und lebhaft gestritten worden ist, hat man stets stillschweigend angenommen, dass die ganze Menge derselben, die sich aus den Muskeln gewinnen lässt, auch bereits im lebenden Körper darin vorhanden sei. So sehr verstand sich dies, nach der Meinung der Chemiker, von selbst, dass sie es, wie es scheint, nicht für nothwendig hielten, sich durch den Versuch am frisch getödteten Thiere davon zu überzeugen, und dass einzelne dem entgegen lautende Stimmen, wie die der Hrn. Enderlin und v. Bibra, ganz unbeachtet blieben. Hr. v. Liebig gründete auf die Gegenwart der freien Milchsäure in den Muskeln, deren Menge er so hoch anschlägt, dass sie unter Umständen alles im Blut enthaltene Alkali zu sättigen vermöge, eine Reihe der kühnsten und weitaussehendsten Folgerungen. Unter anderen suchte er aus der elektrochemischen Wechselwirkung der in den Muskelbündeln enthaltenen sauren und der in den Blut- und Lymphgefässen enthaltenen alkalischen Flüssigkeit durch das Sarkolemm und durch die Haargefässwände hindurch die Entstehung des Muskelstromes zu erklären.

Unter diesen Umständen glaube ich, dass es für die Chemiker sowohl als für die Physiologen von einigem Interesse sein wird, wenn ich zeige, dass die ein halbes Jahrhundert lang von den Chemikern unangefochten behauptete Gegenwart freier Säure in den lebenden Muskeln für gewöhnlich nicht zu erweisen ist; dass zweifellos der bei weitem grösste Theil der Säure, welche die Chemiker im angeblich frischen Fleisch erkannt haben, erst zur Zeit der beginnenden Fäulniss darin frei wird; endlich dass nur in dem Falle, wo dauernde heftige

Muskelanstrengung vorhergegangen ist, der noch leistungsfähige Muskel eine saure Reaction besitzt.

Der Weg, auf dem ich zu dieser Kenntniss gelangt bin, ist folgender. Nachdem ich im Sommer 1842 das Gesetz des Muskelstromes entdeckt hatte, bestand natürlich einer der ersten Versuche, die ich anstellte, darin, dass ich untersuchte, ob nicht vielleicht der Längsschnitt und der künstliche Querschnitt des Muskels eine verschiedene Reaction darböten. Die Angaben der Chemiker über die saure Beschaffenheit des Fleischsaftes waren mir wohl bekannt; ja ich hatte selber Gelegenheit gehabt, mich davon zu überzeugen bei einem von Hrn. Brücke im Laboratorium des Hrn. Mitscherlich angestellten Versuch, der zum Zweck hatte, zum Erweis der von Hrn. Brücke ersonnenen Theorie der Todtenstarre eine freiwillig gerinnbare Flüssigkeit aus den Muskeln auszupressen. Einem Kaninchen wurde blutwarmes destillirtes Wasser so lange in die Bauchaorta gespritzt, bis es farblos aus der unteren Hohlvene wieder abfloss, und die blutleeren Beinmuskeln so warm und zuckend als möglich unter die Presse gebracht. Die stark röthlich gefärbte Flüssigkeit, welche dergestalt erhalten wurde, setzte freiwillig kein Gerinnsel ab, enthielt aber eine grosse Menge Eiweiss und reagirte stark sauer. Jetzt erwartete ich also, den künstlichen Querschnitt des Muskels sauer reagirend zu finden, woraus im Verein mit der bekannten alkalischen Reaction der den natürlichen Längsschnitt benetzenden Lymphe oder allgemeinen thierischen Feuchtigkeit, eine elektromotorische Wirkung nach dem Gesetze des Muskelstromes sich allenfalls würde haben ableiten lassen. Allein zu meinem nicht geringen Erstaunen zeigte der künstliche Querschnitt bei wiederholter Prüfung mittels Lackmuspapiers keine deutliche saure Reaction; und da ich damals andere Fragen in Fülle zu beantworten hatte, und andere Gründe genug mir zur Hand waren, aus denen hervorging, dass ein blosser elektrochemischer Gegensatz von Längs- und Querschnitt nicht der Ursprung des Muskelstromes sein könne, so liess ich die Sache auf sich beruhen, indem ich mich bei der Vorstellung beruhigte, die aus den querdurchschnittenen Blut- und Lymphgefässen fliessende alkalische Flüssigkeit habe die Säure des Muskelquerschnitts gesättigt.

Ich wurde erst wieder auf diesen Punkt zurückgeführt, als ich, acht Jahre später, mich mit dem von mir sogenannten parelektronomischen Zustande der Muskeln beschäftigte. Ich habe damals dargethan, dass am Querschnitt der Muskeln eine Schicht vorhanden ist, deren elektromotorische Kräfte denen des übrigen Muskels entgegenwirken. Diese Schicht heisst die parelektronomische Schicht. Je nach der verschiedenen Stufe ihrer Ausbildung ist der Muskel mit natürlichem Querschnitt schwach positiv wirksam, d. h. der Strom geht im Multiplicatorkreise vom Längsschnitt zum Querschnitt, oder der Muskel ist unwirksam, oder endlich gar er ist negativ wirksam. Sobald aber die elektromotorischen Kräfte der parelektronomischen Schicht auf irgend eine Art ausser Spiel gebracht werden, sei's dass man die Schicht mechanisch entfernt, d. h. den künstlichen Querschnitt herstellt, sei's dass man sie nur ihrer elektromotorischen Wirksamkeit auf chemischem oder kaustischem Wege beraubt: wird der Muskel im gehörigen Maass positiv wirksam, der Muskelstrom tritt in der gewohnten Art hervor. Um eine Veränderung des Stromes zwischen Längsschnitt und natürlichem Querschnitt, gleichviel wie er gerade beschaffen sei, in positivem Sinne hervorzurufen, genügt es also, den natürlichen Querschnitt des Muskels mit einer Flüssigkeit zu benetzen, welche die Muskelsubstanz chemisch angreift, gleichviel ob die Flüssigkeit leitend sei oder nicht, und gleichviel welche sonst ihre chemische Beschaffenheit sei. Die Veränderung des Stromes im positiven Sinne, wie sie sich im ersten Augenblick kund giebt, ist um so grösser, je stärker die Flüssigkeit die Muskelsubstanz angreift, und je rascher sie dieselbe durchdringt. Aber auch die scheinbar am wenigsten differenten und der Diffusion fähigen Flüssigkeiten sind einer solchen Wirkung fähig. Man kann sich also der positiven Veränderung des Stromes beim Benetzen des Querschnittes mit einer gegebenen Flüssigkeit gleichsam als eines neuen Reagens bedienen, um zu erfahren, ob die Muskelsubstanz davon angegriffen werde oder nicht. Ja ich bezweifle, dass es für die Angreifbarkeit der Muskelsubstanz durch eine gegebene Flüssigkeit ein empfindlicheres Merkmal gebe als das hier bezeichnete. Ueberflüssig ist es wohl zu erwähnen, dass die positive Veränderung dann am leichtesten wahrnehmbar ist, wenn der Muskel,

wegen der parelektronomischen Schicht, nahe stromlos verharrt. Diese Bedingung findet sich meist an den Muskeln solcher Frösche erfüllt, die mindestens 24 Stunden auf 0° erkältet worden sind.

Mit Hülfe dieses Prüfungsmittels fand ich bei einer Gelegenheit, die hier nichts zur Sache thut, dass der künstliche Querschnitt eines Froschmuskels bei fortgesetzter Berührung die Substanz eines anderen Froschmuskels chemisch angreife. Die natürlichen Flächen des Muskels wie auch der durch Zerreissen des Muskels in der Richtung seiner Fasern dargestellte künstliche Längsschnitt thaten es nicht. Ich sah mich also zu dem Schlusse getrieben, dass entweder in den Muskelbündeln eine Flüssigkeit enthalten sei, die den Inhalt der Muskelbündel angreife, was widersinnig ist, oder, dass sich am künstlichen Querschnitt im Laufe der Zeit eine solche Flüssigkeit bilde. Es gelang sofort, die letztere Ansicht durch den Versuch zu bestätigen. Dazu war nur nöthig, die ätzende Wirksamkeit eines frischen und eines schon seit einiger Zeit hergestellten Querschnittes miteinander zu vergleichen. Der ältere Querschnitt zeigte sich viel stärker ätzend als der frische. Die Bildung einer ätzenden Flüssigkeit am künstlichen Querschnitt war somit erwiesen, und von hier aus ward es mir nicht schwer, den wahren Zusammenhang der Dinge und den Grund des Widerspruchs zu durchschauen, der so lange für mich zwischen jenen früheren Versuchen, in denen frische Froschmuskelquerschnitte mir neutrale Reaction gaben, und der Lehre der Chemiker von der sauren Natur der Fleischflüssigkeit, geherrscht hatte.

Ich überlegte mir, dass die Chemiker unter frischem Fleische insgemein wohl nur solches verstehen, welches noch gut zu essen ist. Dies ist aber nicht frisches Fleisch im Sinne der Physiologen. Die Physiologen nennen frisches Fleisch solches, welches nach dem Tode, oder nach der Trennung vom lebenden Thiere noch im Besitze seiner Lebenseigenschaften verharrt, d. h. welches noch zuckungsfähig ist, und elektromotorisch wirkt nach dem von mir aufgestellten Gesetze. Man könnte diesen Zustand der Muskeln nach dem Vorbilde eines von Hrn. Flourens gebrauchten Ausdrucks der französischen Rechtspraxis den des Ueberlebens (l'état de survie) nennen. Nur Fische und Frösche, und in einigen Gegenden Deutschlands die Hühner

tragen ihre Muskeln im Zustande des Ueberlebens in den Kochtopf, Krebse bekanntlich sogar im Zustande des Lebens selbst. Das Fleisch anderer Thiere muss, um für uns geniessbar zu sein, erst eine Reihe von Veränderungen durchlaufen haben, die sich nach dem Tode freiwillig daran einstellen. Es muss aus dem Zustande des Ueberlebens in den der Todtenstarre übergegangen sein, wo es nicht mehr zuckungsfähig ist und seine elektromotorische Wirksamkeit eingebüsst hat. Aus dem Zustande der Todtenstarre muss es sodann, durch Lösung derselben, in den der beginnenden Fäulniss übergetreten sein. Wir essen für gewöhnlich Fleisch im Zustande der gelösten Todtenstarre, der beginnenden Fäulniss. In der Küche heisst dies Fleisch noch frisches Fleisch. Beim Wilde lassen wir die Fäulniss sogar merklich werden. Nur Völkerschaften im Urzustande, wie die Hellenen Homer's oder die Nordamerikanischen Hinterwäldler essen Fleisch im Zustande des Ueberlebens, frisches Fleisch im Sinne der Physiologen, in welchem ich fortan dies Wort ausschliesslich brauchen werde. Der Grund unserer Sitte ist leicht einzusehen. Er liegt wohl weniger darin, dass Fleisch im Zustande des Ueberlebens bei der Zubereitung doppelt todtenstarr wird, erstlich durch Gerinnung des flüssigen Muskelfaserstoffs, dann durch Gerinnung des Eiweisses, als darin, dass die Zähigkeit des Bindegewebes, welches bei vielen Arten der Zubereitung nicht Zeit hat, sich in Leim zu verwandeln, durch die beginnende Fäulniss vermindert wird.

Durch meine thierisch-elektrischen Versuche wusste ich, was sich ohnehin vom physiologischen Standpunkt aus leicht erklärt, dass eine dünne Schicht des Muskels am künstlichen Querschnitt binnen kurzer Zeit abstirbt. So kam ich unvermeidlich auf den Gedanken, dass erst beim Absterben des Muskels, gleichviel ob es schnell oder langsam geschehe, die Säure in ihm frei werde. Diese Muthmassung war offenbar geeignet, den oben bezeichneten Widerspruch zu versöhnen. Denn Hrn. v. Liebig's feingehacktes Fleisch frischgetödteter Thiere war eben kein frisches Fleisch mehr in dem oben bestimmten Sinne. Gehacktes Fleisch sogar von Fröschen ist stets bereits todtenstarr. Auch die stärksten elektrischen Schläge bringen in dem Häcksel keine Spur von Bewegung mehr hervor. Bei jenem Versuch des

Hrn. Brücke kamen die Kaninchenmuskeln zwar noch warm und zuckend unter die Presse. Allein sie wurden nach dem Auspressen todtenstarr vorgefunden, und aus demselben Grunde, aus dem die Abwesenheit eines freiwillig entstandenen Gerinnsels in der ausgepressten Flüssigkeit nichts gegen Hrn. Brücke's Theorie der Todtenstarre bewies, aus demselben Grunde bewies auch die saure Reaction dieser Flüssigkeit nichts für die Gegenwart der Säure in den noch lebenden Muskeln.

Um meine Muthmassung zur Gewissheit zu erheben, war nur nöthig, einen älteren, bereits ätzend gewordenen Querschnitt auf seine Reaction zu prüfen. Dieselbe ergab sich als lebhaft sauer; und so ward ich dazu geführt, der Aufklärung dieses Gegenstandes weitere Bemühungen zu widmen.

Die folgenden Versuche sind sämmtlich mit auf gewöhnliche Art bereitetem, im Dunkeln über Kalihydrat aufbewahrtem Lackmuspapier angestellt, und zwar mit verschiedenen Proben, die ich theils der Güte befreundeter Chemiker verdankte, theils selbst dargestellt, theils gekauft hatte. Als die beste Vorkehrung, um die Reaction der Muskeln zu untersuchen, ist mir folgende erschienen. Auf einem gefirnissten Brettchen aus Lindenholz wird eine Anzahl rother und blauer Lackmuspapierstreifen der Länge nach nebeneinander in bunter Reihe mit Hülfe von Stechknöpfen so ausgespannt, dass je ein Streifen den folgenden mit dem Rande dachziegelförmig deckt. Die Fläche, deren Reaction geprüft werden soll, presst man gegen die Grenze zweier Streifen, so dass sie zur Hälfte einem rothen, zur Hälfte einem blauen Streifen anliegt. So hat man nicht allein den Vortheil, dass man in einem Versuch zwei Erfolge zugleich beobachtet; es wird auch das Urtheil über die Natur und den Grad einer z. B. auf blauem Grunde erzeugten Verfärbung durch den gegenwärtigen Eindruck des benachbarten Roth wesentlich unterstützt.

Es ist zweckmässig, sich bei der Untersuchung zunächst auf die Froschmuskeln zu beschränken, weil der langsame und durch die Temperatur leicht zu beherrschende Verlauf der Erscheinungen an denselben mancherlei zu beobachten gestattet, was an den Muskeln warmblütiger Thiere sich der Wahrnehmung entzieht.

Zuerst prüfte ich von Neuem mit aller Sorgfalt die Reaction der natürlichen, die Muskeln begrenzenden Flächen. Dabei kommt der Unterschied zwischen natürlichem Längs- und Querschnitt, der in der Lehre vom Muskelstrom eine Rolle spielt, natürlich nicht in Betracht. Dagegen kann ein Unterschied gemacht werden zwischen der Fläche des Muskels, die in den Lymphräumen frei zu Tage liegt, und selbstverständlich mit der Lymphe und der inneren Hautfläche einerlei Reaction besitzt, und den Flächen, mit denen die Muskeln einander berühren, und die man durch künstliche Trennung der Muskeln entblössen muss. Letzteres geschieht am besten indem man den grossen Unterschenkelstrecker vom Knie her aufhebt. Die Reaction beider Arten von Flächen ist ganz dieselbe, und, wie gesagt, einerlei mit der Lymphe und der inneren Hautfläche, nämlich eine leicht alkalische, der Art, dass rothes Lackmuspapier erst nach längerem Verweilen in Berührung damit deutlich gebläut wird.

Ganz ebenso verhält sich der künstliche Längsschnitt der Muskeln, den ich auf die in meinen Untersuchungen beschriebene Art herstellte.

Trocknet man die Muskeln, ehe man sie mit dem Lackmuspapier in Berührung bringt, ab, indem man sie zwischen Fliesspapier knetet, so erhält man, wegen der Trockenheit der Oberfläche, gar keine Einwirkung mehr auf das Pigment.

Schneidet man einen dergestalt abgetrockneten Muskel mittels einer gleichfalls sorgfältig abgewischten Scheere quer durch und presst die frischen Querschnitte der beiden Hälften auf blaues und auf rothes Lackmuspapier, so ereignet sich Folgendes. Auf dem rothen Papier entsteht sofort ein bläulicher Fleck, der sich bei längerem Verweilen des Querschnittes auf dem Papier entschieden blau ausnimmt. Auf dem blauen Papier entsteht meist erst etwas später ein ebenso entschiedener rother Fleck. Vergleicht man aber den scheinbar blauen Fleck auf rothem Grunde mit dem scheinbar rothen auf blauem Grunde, so dass Fleck an Fleck stösst, was eben am leichtesten so geschieht, dass man den Muskelquerschnitt in der oben angegebenen Art halb auf einen rothen und halb auf einen blauen Streifen aufsetzt, so zeigt sich, dass beide Flecke genau genommen von einerlei Farbe, nämlich violett sind, und dass der Anschein ihrer verschiedenen Farbe

auf nichts beruhte, als auf dem Gegensatze des Grundes, auf dem man sie erblickt. Der Umstand, dass der frische Muskelquerschnitt auf blauem Papier scheinbar eine deutliche rothe Spur hinterlässt, mag manchen getäuscht haben, der, um sich von der angeblich sauren Reaction der frischen Muskeln zu überzeugen, die Prüfung nur auf diese Art vorgenommen hat, ohne zu ahnen, dass er auf rothem Papier einen scheinbar eben so entschiedenen blauen Fleck erhalten haben würde.

Um diese Art der Einwirkung des Muskelquerschnittes auf das Pigment zu erklären, könnte man sich denselben zuerst vorstellen gleichsam als eine Mosaïk aus dem sauren Inhalt der Primitivbündel einerseits, andererseits dem alkalischen Sarkolemma, Bindegewebe, Perimysium, den Blut- und Lymphgefässen. Auf rothem Grunde müssten die zuletzt aufgezählten Gewebe blaue, auf blauem Grunde der saure Inhalt der Primitivbündel rothe Spuren hinterlassen, und so in beiden Fällen der Anschein eines violetten Fleckes entstehen.

Abgesehen davon, dass alsdann doch wohl der scheinbar rothe Fleck auf blauem Grunde deutlicher ausgeprägt sein müsste, während eher das Gegentheil zutrifft, zeigt die Lupe nichts von einer solchen Buntscheckigkeit des Muskelabdrucks; und es bedarf auch überhaupt dieser künstlichen Annahme nicht. Es ist in neuerer Zeit mehrmals beobachtet worden, dass (physikalisch) in sich gleichartige Flüssigkeiten, wie z. B. Harn, dergestalt auf das blaue und auf das rothe Lackmuspigment wirken, dass sie jenes röthen, dieses bläuen. Man muss wohl in diesen Fällen die Reaction als neutral auffassen, obschon sie sich freilich anders darstellt als die neutrale Reaction z. B. destillirten Wassers oder einer Lösung eines nach Aussage des Lackmuspapieres neutralen Salzes, welche keines von beiden Pigmenten verändern sollen. In wie weit hier wirklich etwas Besonderes vorliege, oder nur ein gradweiser Unterschied stattfinde von jenen leichten Verfärbungen, welche man auch mit Wasser, Alkohol, Neutralsalzlösungen zu beobachten Gelegenheit hat; ferner wie diese Art neutraler Reaction in Einklang zu bringen sei mit der gangbaren Theorie der Reaction auf das Lackmuspigment: dies zu beurtheilen überlassen wir den Chemikern. Da sich aber, wie die Folge lehren wird, aus den

frischen Muskeln auf verschiedenem Wege eine mit jener Art neutraler Reaction behaftete Flüssigkeit gewinnen lässt, ja da es mir einigemal begegnet ist, dass eine solche Flüssigkeit ohne weitere Bemühung in geringer Menge aus dem frischen Querschnitt sickerte, so braucht man wohl für die gleiche Reaction des Querschnittes nach einem anderen Grunde, als nach der Gegenwart einer solchen Flüssigkeit in den Primitivbündeln, nicht mehr zu suchen, und wir dürfen demgemäss den Inhalt der frischen Primitivbündel fortan wohl als von neutraler Beschaffenheit bezeichnen.

Violettes Lackmuspapier wird denn auch in geeigneter Nuance durch den frischen Muskelquerschnitt gar nicht verändert. Uebrigens ist nicht zu verkennen, dass, wenigstens an den Winterfröschen, mit denen ich zuletzt diese Prüfungen angestellt habe, die Reaction des frischen Muskelquerschnittes sich mehr zum Alkalischen hinneigt, so dass die röthliche Färbung auf blauem Grunde nicht nur zu erscheinen zögert, sondern ganz ausbleibt, oder doch nicht von Dauer ist.

Wie dem auch sei, lässt man einen querdurchschnittenen Muskel vor dem Austrocknen geschützt bei mittlerer Temperatur liegen, und untersucht nach einiger Zeit die Reaction des Querschnittes von Neuem, so findet man, wie schon gesagt, dieselbe lebhaft sauer. Ein in einiger Entfernung von dem ersten angelegter Querschnitt verhält sich aber noch neutral, wie der erste unmittelbar nach seiner Herstellung. Nach Ablauf einer neuen Frist erscheint auch dieser sauer; es kann aber gelingen, noch einen dritten Querschnitt neutral zu finden, u. s. f.

Wenn endlich der Muskel seine Leistungsfähigkeit eingebüsst hat und todtenstarr geworden ist, dann erst reagirt er auf jedem Querschnitt sofort sauer. Noch aber verhält sich der künstliche Längsschnitt alkalisch. Aber mit der Zeit wird das Alkali der übrigen Gewebe im Muskel durch die im Inneren der Bündel gebildete Säure übersättigt, und der Muskel reagirt durch und durch sauer: er überfliesst von Säure, denn die Flüssigkeit, welche jetzt aus dem Querschnitt sickert, färbt das blaue Lackmuspapier fast zwiebelroth. Nun geht der Muskel rasch den weiteren Stadien der Fäulniss entgegen, welche es schliesslich mit sich bringt, dass der Querschnitt wieder von kohlen-

saurem Ammoniak alkalisch reagirt, ganz wie man ursprünglich normal sauren Harn durch die Fäulniss alkalisch werden sieht.

Die rothen Flecke, welche die todtenstarren Muskeln auf blauem Lackmuspapier machen, bleiben auch nach dem Trocknen sichtbar. Daraus dürfte zu schliessen sein, dass dieselben nicht allein, wie die Hrn. Valenciennes und Frémy wollen, von saurem phosphorsaurem Kali herrühren. Denn, wie Hr. Mitscherlich bereits vor vielen Jahren gezeigt hat, die vom sauren phosphor- und arsensauren Kali auf blauem Lackmuspapier gemachten rothen Flecke verschwinden beim Trocknen, weil das Salz beim Krystallisiren die Säure wieder aufnimmt, welche das Lackmuspapier röthete.

Ueber die Zeit, welche verfliessen muss, damit diese verschiedenen Zustände des absterbenden Muskels sich bemerklich machen, lässt sich nichts bestimmtes sagen, weil der Verlauf der Erscheinungen von allen den zahlreichen Umständen abhängt, welche die Dauer der Muskelerregbarkeit nach dem Tode überhaupt bedingen. Einzelne ausgeschnittene Froschmuskeln bei einer Temperatur von etwa 0^0 aufbewahrt können sich noch am zehnten Tage lebhaft zusammenziehen, und demgemäss eine völlig neutrale Reaction besitzen. Bei mittlerer Temperatur dagegen versagen sie meist schon am dritten Tage jede Spur von Zuckung, und werden bald darauf starr und sauer angetroffen. Verletzte Muskeln werden viel früher durch und durch sauer als unversehrte, u. s. f.

Aus diesen Versuchen folgt also bereits mit Bestimmtheit zweierlei. Erstens, dass in den Muskeln um die Zeit des Erstarrens Säure in ansehnlicher Menge frei wird, und zweitens, da wir den künstlichen Längsschnitt noch alkalisch fanden, als schon der künstliche Querschnitt sauer reagirte, dass das Innere der Primitivbündel der Sitz dieser Säurebildung ist.

Hingegen könnte man noch bezweifeln, ob wirklich im Inneren der frischen Muskelbündel noch gar keine freie Säure vorhanden sei, indem die Möglichkeit da sei, dass dieselbe durch die alkalischen aus den Blut- und Lymphgefässen stammenden Flüssigkeiten hätte verdeckt werden können. Um hierüber in's Klare zu kommen, war es nöthig, die obigen Versuche mit Muskeln zu wiederholen, aus deren

Gefässen das Blut durch eine neutrale Flüssigkeit war vertrieben worden. Ich wählte als solche eine verdünnte Rohrzuckerlösung ($^1/_{40}$ dem Gewichte nach) in destillirtem Wasser, und entleerte, je nach der Grösse des Frosches, eine damit gefüllte Spritze von 47 CC. Inhalt zwei bis dreimal durch dessen Gefässsystem. Die Muskeln zuckten nicht beim Ausspritzen mit dieser Flüssigkeit, wie sie es bei Anwendung von destillirtem Wasser zu thun pflegen, und sie blieben fast eben so lange erregbar als Muskeln mit ihrem normalen Blutgehalt. Einen klar ausgesprochenen Unterschied zwischen der Reaction des Querschnittes mit Blut und mit Zuckerwasser erfüllter Muskeln konnte ich nicht wahrnehmen, obschon die Spur eines solchen, welche allenfalls vorhanden war, allerdings für eine etwas geringere Alkalescenz des Querschnittes sprach. Dieses Ergebniss entspricht somit vollständig dem, zu welchem Hr. Kühne im vorigen Sommer in meinem Laboratorium gelangte, als er Hrn. Brücke's oben S. 3 beschriebenen Versuch mit Frosch- statt mit Kaninchenmuskeln und mit Zuckerwasser statt mit destillirtem Wasser wiederholte. Er erhielt durch Auspressen des blutleeren Froschfleisches eine Flüssigkeit, welche wie die Querschnitte der Muskeln selbst, wahrscheinlich neutral reagirte, da sie rothes Lackmuspapier schwach blau, und das blaue Papier röthlich färbte [1]).

Ausser mit der Zuckerlösung habe ich ähnliche Versuche auch noch mit destillirtem Wasser angestellt. Die Erscheinungen beim Einspritzen von destillirtem Wasser in die Muskeln sind durch Joh. Müller's, Ed. Weber's, G. v. Liebig's und v. Wittich's Beobachtungen bekannt. Die Muskeln schwellen unter Zuckungen auf, werden ganz weiss, ihre Leistungsfähigkeit ist sehr vermindert, und hat, wenn die eingespritzte Wassermasse gross war, bald ein Ende. Indessen auch der Querschnitt solcher Muskeln reagirt neutral; höchstens kann man sagen, dass nach sehr reichlicher Wassereinspritzung die Reaction sich etwas mehr zum Säuerlichen neigt.

Allein dergleichen Muskeln zeigen noch eine andere auffallende Erscheinung, deren jene Beobachter nicht gedacht haben. Bewahrt

---

[1]) Allgemeine medicinische Central-Zeitung. Berlin, den 1. September 1858.

man nämlich nach Hindurchspritzen von etwa 200—300 CC. destillirten Wassers die hintere Hälfte eines Frosches in der Kälte auf, so lassen die Beinmuskeln allmählig einen ansehnlichen, wenn nicht den grössten Theil des aufgenommenen Wassers in Gestalt einer trüben Flüssigkeit wieder fahren, von der man leicht innerhalb der ersten 24 Stunden 2.5, innerhalb der folgenden entsprechenden Zeitabschnitte über 1 CC., im Ganzen bis 6 CC. auffangen kann. Anfangs reagirt diese Flüssigkeit, ganz wie der frische Muskelquerschnitt, auf beide Lackmuspapiere. Sterben die Muskeln ab, so findet man die fortan ausgestossene Flüssigkeit sauer; gehen sie in Fäulniss über, so ändert sich die Reaction in die alkalische um. Zu jeder Zeit enthält die Flüssigkeit eine grosse Menge Muskeleiweiss. Freiwillige Bildung eines Gerinnsels habe ich in derselben nicht beobachtet. Die aus den faulenden Muskeln stammende alkalische Flüssigkeit sieht gelblich aus und wimmelt von Vibrionen. Ob die Muskeln die Flüssigkeit auch durch ihre unversehrte Oberfläche, oder nur durch die durchschnittenen Gefässe ausstossen, habe ich noch nicht durch den Versuch entschieden.

So haben wir nunmehr drei Arten kennen gelernt, wie aus den Muskeln eine mit der Reaction des frischen Muskelquerschnittes behaftete Flüssigkeit zu gewinnen sei. Eine solche Flüssigkeit sickert gelegentlich von selbst aus dem frischen Querschnitt, man kann dieselbe durch Auspressen mit Zuckerwasser ausgespritzter Muskeln darstellen, wie Hr. Kühne that, endlich die mit destillirtem Wasser strotzend angefüllten Muskeln geben sie in reichlichem Masse freiwillig von sich.

Jetzt wird dem Schlusse, dass nicht nur, wie schon vorher bewiesen wurde, der bei weitem grösste Theil der in den abgestorbenen Muskeln enthaltenen Säure erst beim Erstarren in den Muskeln frei geworden ist, sondern dass überhaupt in den frischen Muskeln gar keine durch die Reaction auf Lackmus nachweisbare freie Säure vorhanden ist, — diesem Schlusse wird wohl nichts Erhebliches mehr entgegenstehen. Da auch Muskeln, welche statt Blut Zuckerwasser oder destillirtes Wasser in ihren Gefässen enthalten, auf dem Querschnitt neutral reagiren, so kann nicht mehr gesagt werden, dass das Alkali des Blutes die freie Säure des Muskelbündel-Inhaltes sättige;

und da auf mehrfachem Wege das Dasein einer auf beide Lackmuspapiere reagirenden Flüssigkeit im Muskel dargethan ist, so kann auch nicht mehr füglich daran gedacht werden, zur Erklärung der gleichen Reaction des Querschnittes des ausgespritzten Muskels an der an sich schon so bedenklichen Hypothese festhalten zu wollen, wonach der violette Fleck auf beiden Papieren aus blauen und rothen Flecken nach Art einer Mosaïk sollte zusammengesetzt sein. Es kann vielmehr keine Frage mehr sein, *dass die ganze in den abgestorbenen Muskeln von den Chemikern erkannte Säuremenge erst zur Zeit des Erstarrens innerhalb der Primitivmuskelbündel frei wird.*

Daraus, dass man die Schnittfläche eines querdurchschnittenen Muskels schon sauer findet zu einer Zeit, wo der übrige Muskel sich noch neutral verhält, könnte man zu schliessen geneigt sein, die Säurebildung beruhe auf einer Oxydation, zu der sich an der Schnittfläche wegen der freigegebenen Berührung mit dem Sauerstoff der Luft vorzugsweise Gelegenheit finde. Der Versuch spricht aber gegen diese Auffassung, denn in der That beobachtet man ganz den nämlichen Verlauf der Erscheinungen, wenn man die Muskeln unter Quecksilber durchschneidet, so dass der Querschnitt derselben erst im Augenblick der Untersuchung in Berührung mit der Luft kommt, oder dieselben in der Guericke'schen Leere mit hinreichend viel Wasser aufhebt, um sie vor dem Austrocknen zu schützen. Unverletzte Muskeln werden unter Quecksilber, unter Olivenöl, im luftleeren Raume ganz ebenso, nur vermuthlich, nämlich der beeinträchtigten Athmung halber, etwas früher sauer als an der freien Luft. Handelt es sich also bei der Säurung der Muskeln zur Zeit des Erstarrens um einen Oxydations- und nicht bloss um einen Spaltungsprocess oder sonstigen Wandel der Materie, so geschieht jedenfalls die Oxydation nicht auf Kosten des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft. Die frühzeitige Säurung des in einem Querschnitt blossgelegten Muskelinneren ist auf Rechnung des durch die Verletzung, wir wissen freilich noch nicht wie, bedingten raschen Absterbens der von derselben zunächst betroffenen Theile des Muskels zu schieben.

Es stellt sich nun begreiflicherweise der Wunsch ein, zwischen den beiden Erscheinungen der Erstarrung und der Säurung des ab-

sterbenden Muskels einen ferneren Zusammenhang aufzufinden. Nach den von Hrn. Kühne im vorigen Sommer in meinem Laboratorium angestellten Versuchen kann man die Richtigkeit der Brücke'schen Hypothese über die Entstehung der Todtenstarre nunmehr als ausgemacht ansehen. In der oben erwähnten Flüssigkeit nämlich, welche Hr. Kühne aus den mit Zuckerwasser ausgespritzten Muskeln presste, und welche mit dem frischen Muskelquerschnitt gleiche Reaction besass, bildete sich zur Zeit, wo ausgespritzte und abgeschnittene Muskelstücke bei der zur Zeit der Versuche herrschenden Temperatur zu erstarren pflegten, nämlich nach etwa vier Stunden, ein flockiges Gerinnsel. Zusatz von Wasser beschleunigte die Gerinnung, gerade wie ein in Wasser befindlicher Muskel nach kurzer Zeit erstarrt. Nach Bildung des Gerinnsels fing die Masse an, gleich einem todtenstarren Muskel, sauer zu reagiren. Die ausgepressten Muskeln hingegen wurden nicht mehr ordentlich todtenstarr. Wenn auch diese Versuche erst als vorläufige zu betrachten sind, wird man sich fortan doch schwerlich weigern können, zuzugeben, dass die Todtenstarre durch die nach dem Tode eintretende freiwillige Gerinnung einer in den Muskeln ausserhalb der Gefässe enthaltenen eiweissartigen Substanz zu erklären sei, die einstweilen Muskelfaserstoff heissen mag, ohne dass damit ihre Einerleiheit mit dem Muskelfibrin Liebig's, dem Syntonin Lehmann's behauptet werden soll; und zwischen diesem Vorgange und der, wie man so eben gesehen hat, auch noch ausserhalb der Muskeln gleichzeitig damit eintretenden Säurung des Muskelsaftes, würde es also nunmehr unsere Aufgabe sein, eine ursächliche Verknüpfung aufzufassen.

Dazu wird es zunächst dienlich sein, die Reihenfolge in's Auge zu fassen, in der die Erscheinungen auftreten. Es ist bereits oben festgestellt worden, dass der Muskel, so lange er zuckungsfähig ist, und noch eine geraume Zeit darüber hinaus, neutral reagirt. Da der Anfang der Todtenstarre durch kein entscheidendes Merkmal bezeichnet ist, so lässt sich nicht mit gleicher Bestimmtheit behaupten, dass die Säurung sich immer erst nach vollendeter Erstarrung bemerklich macht. Nichtsdestoweniger halte ich dies für den wahren Sachverhalt, wodurch also bereits gewissermassen die Gerinnung des Muskel-

faserstoffes als das ursprüngliche, die Säurung des Muskels als das secundäre Phänomen würde gekennzeichnet sein.

Demnächst schien mir das Wichtigste, was hier zu thun war, die Entscheidung der Frage, ob die Säurung des Muskels stets und unter allen Umständen die Folge der Gerinnung des Muskelfaserstoffes sei, oder ob beide Vorgänge auch von einander getrennt vorkommen können. Zu diesem Zweck untersuchte ich also jetzt Muskeln, die unter verschiedenen Umständen ihre Leistungsfähigkeit eingebüsst hatten und todtenstarr geworden waren, nach der oben beschriebenen Methode auf die Reaction ihres künstlichen Querschnittes.

In Wasser [1]) von mittlerer Temperatur (15°) werden die Muskeln bekanntlich sehr bald (binnen einer Stunde) todtenstarr, und dabei wie ich gefunden habe, sauer.

Ein über Schwefelsäure getrockneter und in Wasser wieder aufgeweichter Muskel wird todtenstarr und sauer vorgefunden.

Ein in Olivenöl bei einer Temperatur unter — 6° C. erfrorner Muskel wird nach dem Aufthauen todtenstarr und sauer vorgefunden.

Ein fünf Minuten lang in Wasser von 45° C. eingetauchter Muskel wird todtenstarr und sauer vorgefunden. Man könnte meinen, dass dies vielleicht weniger die Wirkung der Wärme, als des Wassers sei, welches wegen der durch die Wärme begünstigten Diffusion rascher in den Muskel eindringe, so dass dieser Versuch mit dem zusammenfalle, wo der Muskel längere Zeit in Wasser von mittlerer Temperatur verweilt. Allein der Erfolg ist ganz derselbe, wenn statt des Wassers Quecksilber oder Olivenöl von gleicher Temperatur angewendet werden.

In allen diesen Fällen also sehen wir, wie im Verlauf des natürlichen Absterbens des Muskels, die Erstarrung des Muskels von Säurung begleitet. Doch würde es voreilig sein, daraus den Schluss zu ziehen, dass diese Verknüpfung eine nothwendige sei. Sogleich die weitere Verfolgung der Einwirkung der Wärme auf die Muskeln wird uns ein Beispiel vom Gegentheil liefern.

Sechs Muskeln, *A, B, C, D, E, F* werden beziehlich fünf Minuten

---

1) Mit Wasser ist stets destillirtes Wasser gemeint. Das hiesige Brunnenwasser reagirt schwach alkalisch von doppelt kohlensaurem Kalk. Die angewandten Froschmuskeln waren stets die Wadenmuskeln.

lang in Wasser von 45, 50, 55, 60, 75, 100° getaucht. Alle verlieren natürlich ihre Leistungsfähigkeit und werden todtenstarr, die den höheren Temperaturgraden ausgesetzten sogar doppelt todtenstarr, wegen der Gerinnung nicht nur des Muskelfaserstoffes, sondern auch des Muskeleiweisses. Untersucht man die Reaction des Querschnittes dieser sechs Muskeln, so stösst man auf ein sehr unerwartetes Ergebniss. Muskel *A* reagirt, wie schon gesagt, entschieden sauer. Die Reaction von Muskel *B* und C ist zweifelhaft, die von *B* mehr säuerlich, die von *C* mehr neutral. Muskel *D* ist durchaus neutral, Muskel *E* neigt zum Alkalischen, und endlich Muskel *F*, der fünf Minuten in siedendem Wasser verweilt hat, reagirt ganz deutlich alkalisch.

Froschmuskeln, die einzeln der Siedhitze ausgesetzt waren, habe ich nie sauer werden sehen, wenn ich dieselben bei mittlerer Temperatur der Fäulniss überliess.

Ganz dieselben Versuche habe ich, nur mit Auslassung einzelner Temperaturen, mit Oel und Quecksilber statt mit Wasser angestellt und im Wesentlichen ganz denselben Erfolg beobachtet.

Was mich dabei vornehmlich in Erstaunen setzte, war der Widerspruch, in dem diese Versuche zu stehen scheinen mit der bekannten Erfahrung Hrn. v. Liebig's, wonach die Fleischflüssigkeiten der verschiedensten Thiere, obschon sie der Siedhitze ausgesetzt waren, sauer reagiren. Als ich aber beim Schlächter gekauftes Rindfleisch, welches eine sehr starke saure Reaction besass, sodann freiwillig erstarrte und sauer gewordene Froschmuskeln, endlich sogar Froschmuskeln, die durch fünf Minuten Aufenthalt in 45° sauer gemacht worden waren, eine Viertelstunde lang kochte, blieben dieselben nach wie vor sauer. Es war also klar, dass, wenn einmal die Muskeln sauer geworden sind, sie durch die Siedhitze nicht mehr ihre saure Reaction einbüssen, und daraus schien unmittelbar zu folgen, dass die Muskeln *C* bis *F* in der obigen Versuchsreihe niemals sauer gewesen seien.

Andere Versuche indess verhinderten mich zunächst auf diese Schlussfolge einzugehen. Taucht man nämlich einen Muskel in siedendes Wasser, so ist es deutlich, dass alle seine Theile folgweise sämmtliche Grade von der ursprünglichen Temperatur bis zur Siedhitze

durchlaufen werden. Zieht man den Muskel zu einer Zeit heraus, wo noch nicht alle seine Theile die Siedhitze erreicht haben, und untersucht man dann die Reaction seines Querschnittes, so wird, falls verschiedenen Temperaturen verschiedene Reactionen des Muskels entsprechen, der Abdruck des Muskels auf dem Lackmuspapier sich aus concentrischen Ringen von verschiedener Färbung zusammensetzen müssen, deren jeder, von aussen nach innen fortschreitend, einer isothermen Schicht von geringerer Temperatur entspricht. Der Versuch bestätigte diese Voraussicht vollkommen. Tauchte ich nämlich einen Muskel vom Frosch nur wenige (4—6) Secunden hindurch in siedendes Wasser oder gleich warmes Quecksilber, so zeigte sich im Abdruck des Muskelquerschnittes auf Lackmuspapier ein rother Ring, der einen Hof von neutraler Reaction, wie sie dem frischen Muskel zukommt, umschloss. Hielt ich den Muskel etwas länger, 6—9 Secunden, in der 100° warmen Flüssigkeit, so entstand nachher auf dem Papier ein fast gleichmässig roth gefärbter Fleck, umgeben mit einem Saum von zweifelhafter, auf der Grenze von neutraler und alkalischer Reaction stehenden Färbung. Liess ich den Muskel noch länger in der Siedhitze, so erschien der Saum immer breiter und deutlicher alkalisch, bis zuletzt, wozu gewöhnlich schon eine Minute Aufenthalt im siedenden Wasser ausreichte, der ganze Fleck, wie schon oben gesagt wurde, auf alkalische Beschaffenheit hindeutete. Genaue Zeitbestimmungen lassen sich hier nicht füglich geben, da die Zeit, innerhalb welcher ein gegebener Punkt im Inneren des Muskels eine gegebene Temperatur erreicht, von mehreren zum Theil schwer zu bestimmenden Umständen abhängt, die es sich nicht verlohnen würde, methodisch durchzuprüfen; als da sind die ursprüngliche Temperatur des Muskels, seine Grösse, die Natur des siedheissen Mittels, seine Menge, die Wärmemenge die demselben in der Zeiteinheit zugeführt wird, u. d. m.

Aus diesen Versuchen scheint sich, im Widerspruch mit dem Schluss, zu dem wir so eben gelangt waren, unwiderleglich zu ergeben, dass allerdings die einzelnen Theile eines in siedendes Wasser getauchten Muskels verschiedene Reactionsarten durchlaufen, indem sie zuerst durch eine gewisse Reihe niedrigerer Temperaturen, etwa denen von 40—50°, sauer, durch eine Reihe darüber liegender aber wiederum

neutral werden, um zuletzt aus der Siedhitze alkalisch hervorzutreten. Die höheren Temperaturen, so scheint es nunmehr, müssen das Vermögen besitzen, die durch die niederen Temperaturen im Muskel entwickelte Säure auf irgend eine Art wieder zu vernichten. Dabei ist aber ganz unverständlich, wie es komme, dass, während sie dies Vermögen in Bezug auf die Säure besitzen, die im Muskel durch ein Paar Secunden langes Eintauchen in siedheisse Flüssigkeit entwickelt wird, sie dasselbe entbehren in Bezug auf die Säure, die entweder durch freiwilliges Absterben oder durch einen längeren Aufenthalt in einer Temperatur von 40—50° entsteht.

Eine Möglichkeit, wie dies zu erklären gewesen wäre, war die, dass die durch kurzes Eintauchen entwickelte Säure anderer Art als die durch langes Verweilen in der Wärme gebildete, nämlich flüchtiger Natur sei. Allein ich gab diesen Gedanken auf, nachdem ich beobachtet hatte, dass Muskeln auch aus Oel und Quecksilber von 60—95° neutral bis alkalisch hervorgingen, ohne dass ich das Entweichen auch nur der kleinsten Blase hätte wahrnehmen können.

Eine andere Art, jene Schwierigkeit zu heben, bestand darin, anzunehmen, dass die Menge der durch die säuernden Temperaturen, um mich so auszudrücken, entwickelten Säure bis zu einer gewissen Grenze wachse mit der Zeit, während welcher der Muskel diesen Temperaturen ausgesetzt ist, so dass in dem nur wenige Secunden in siedheisse Flüssigkeit getauchten Muskel nur eine kleine, in dem längere Zeit auf 45° erwärmten Muskel eine verhältnissmässig bedeutende Säuremenge frei werde; dass sodann bei den höheren Temperaturen eine Entwickelung von Alkali, vielleicht von Ammoniak, stattfinde; endlich dass die Menge dieses Alkali's zwar zur Uebersättigung der durch kurzes Eintauchen, nicht aber zur Sättigung der durch längeren Aufenthalt in den säuernden Temperaturen entwickelten Säure hinreiche.

Mit dieser Vorstellungsweise war es jedenfalls leicht in Einklang zu bringen, dass ein Muskel, der mit kaltem Wasser beigesetzt und mit demselben bis zur Siedhitze erwärmt wird, nicht alkalisch, sondern sauer gefunden wird; ebenso dass man eine grössere Muskelmasse, wie z. B. die beiden noch im Becken verbundenen Oberschenkel eines

Frosches wenigstens im Inneren sauer findet, auch wenn man sie plötzlich in siedheisse Flüssigkeit taucht und beliebig lange Zeit darin verweilen lässt, besonders aber, wenn die Menge der Flüssigkeit verhältnissmässig klein ist. Denn in beiden Fällen werden die einzelnen Theile des Muskelinneren länger auf den säuernden Temperaturen verweilen, als wenn eine kleinere Muskelmasse mit verhältnissmässig grösserer Oberfläche, wie ein einzelner Gastroknemius vom Frosche sie darbietet, plötzlich in die siedheisse Flüssigkeit getaucht wird. In jenen Fällen wird (stellte ich mir vor) zu viel Säure entwickelt, als dass dieselbe durch das nachmals entwickelte Alkali übersättigt werden könnte.

Was nun aber diese Entwicklung eines Alkali's im Muskel durch die Siedhitze betrifft, so bemühte ich mich vergeblich eine fernere Thatsache zur Stütze dieser Muthmassung auszumitteln. Ammoniak konnte jenes Alkali keinenfalls sein, denn die blauen Flecke, die ein dergestalt alkalisch gemachter Muskel auf dem rothen Papier hinterlässt, sind bleibender Beschaffenheit, und als ich einen mit passend verdünnter Chlorwasserstoffsäure benetzten Glasstab über gekochtes und zerhacktes Froschfleisch hielt, entstand keine Spur von Salmiaknebeln. Da die Grenze der säuernden Temperaturen und derjenigen, aus denen der Muskel neutral hervorgeht, auffallend genau zusammenfällt mit den Temperaturen, bei denen nach Berzelius das Albumin des Rindfleisches, nach Hrn. Grohé das der Froschmuskeln gerinnt, so versuchte ich, ob beim Kochen der oben beschriebenen eiweisshaltigen neutral reagirenden Flüssigkeit, welche strotzend mit Wasser angefüllte Froschmuskeln entleeren, oder beim Kochen von Rinderblutserum, welches ich mit Chlorwasserstoffsäure neutralisirt hatte, Alkali frei werden würde; aber es gab sich keine Spur davon zu erkennen.

Ferneres Nachdenken über die Sachlage deckte mir denn auch eine Lücke in meinen Versuchen auf, deren Ausfüllung alsbald zu einer anderen Auffassung derselben führte. Ich hatte nämlich versäumt mich davon zu überzeugen, ob ein durch wenige Secunden langes Eintauchen in siedheisse Flüssigkeit grossentheils sauer gewordener und als solcher erkannter Muskel, wenn er wieder in die

Flüssigkeit gebracht und längere Zeit darin gelassen wird, auch wirklich wieder neutral oder gar alkalisch wird. Freilich scheint sich dies von selbst zu verstehen; nichtsdestoweniger trifft es in Wirklichkeit nicht zu. Lässt man einen Muskel dauernd in der siedheissen Flüssigkeit, und untersucht nach einiger Zeit seine Reaction, so findet man dieselbe, wie gesagt, alkalisch. Zieht man ihn aber nach 4—6 Secunden heraus, untersucht seine Reaction, die man für einen ausgedehnten ring- oder kreisförmigen Theil des Querschnittes sauer findet, oder lässt man den Muskel auch bloss erkalten, ohne diese Prüfung vorzunehmen, und taucht ihn dann wieder auf unbestimmte Zeit in die siedheisse Flüssigkeit, so wird er nie wieder neutral, geschweige alkalisch, sondern bleibt immerdar sauer.

Hieraus geht hervor, dass es eine Täuschung war, wenn wir annahmen, der der Siedhitze ausgesetzte Muskel durchlaufe mit steigender Temperatur seines Inneren verschiedene Reactionsarten. In der That wird ein solcher Muskel zu keiner Zeit sauer. Damit ein Muskel sauer werde, ist es nöthig, dass seine einzelnen Theile eine gewisse nicht zu kurze Zeit auf den säuernden Temperaturen verweilen. Wird der Muskel in eine hinlängliche Masse siedheisser Flüssigkeit getaucht, so durchlaufen seine einzelnen Theile die säuernden Temperaturen zu schnell, als dass er sauer werden könnte. Zieht man aber den Muskel nach einer gewissen kurzen Frist heraus, so behält er, indem er an der Luft erkaltet, die säuernde Temperatur von 50—40° noch lange genug bei, um ausgesprochen sauer zu werden.

Diese Ansicht von der Sache also versöhnt alle obigen Widersprüche. Es würde nur übrig bleiben den Unterschied zu erklären, der, wie mir wenigstens hat scheinen wollen, obwaltet zwischen der Reaction einerseits von frischen rohen Muskeln und solchen, die einige Zeit einer Temperatur von 50—70° ausgesetzt waren, andererseits gesottener Muskeln. Die letzteren muss ich für alkalischer ansprechen. Im Vergleich zu den bei 50—70° erstarrten Muskeln ist dies nicht so schwer zu verstehen, da bei diesen Temperaturen immer noch eine gewisse Säuremenge frei werden mag. Sollte sich aber die grössere Alkalescenz des gekochten Muskels im Vergleich

zur Reaction des rohen frischen Muskels bestimmt herausstellen, so würde dies freilich weitere Aufklärung erheischen. Vielleicht rührt der wahrgenommene Unterschied nur von der auffallend grösseren Flüssigkeitsmenge her, welche der gekochte Muskel von sich giebt.

Da uns dieser Punkt indessen minder nah betrifft, so überlasse ich die weitere Erörterung desselben Hrn. Kühne, den selbständig geführte Untersuchungen, wie ich aus brieflicher Mittheilung weiss, zu der mit dem obigen Ergebniss übereinstimmenden Vorstellung geführt haben, dass die rasch einwirkende Siedhitze den Muskel in seinem natürlichen Zustande, auch was seine Reaction betreffe, gleichsam conservire, während gewisse niedere Temperaturen, wenn sie länger einwirken, dem Muskel die saure Reaction ertheilen.

Wie dem auch sei, die Einwirkung der Siedhitze auf den Muskel bietet uns, wie man sieht, das erste Beispiel dar einer ohne Säurung des Muskels vor sich gehenden Gerinnung des Muskelfaserstoffes. Eine andere Art des Temperatureinflusses liefert aber sofort noch ein zweites. Bewahrt man nämlich einzelne Muskeln vom Frosch bei einer Temperatur von etwa 0^0 auf, so werden dieselben zu keiner Zeit deutlich sauer, sondern gehen unmittelbar aus der neutralen Reaction über in die alkalische, welche der ausgesprochenen Fäulniss angehört. Allerdings kommt es vor, dass der Abdruck des Querschnittes auf blauem Grunde roth gesprenkelt erscheint; anderemale ereignet sich das Sonderbare, dass anfangs auf dem rothen Papier ein blauer, auf dem blauen Papier kein Fleck erscheint, dass aber beim Trocknen der erstere Fleck verschwindet, während auf dem blauen Papier ein rother Fleck hervortritt. Nie jedoch sieht man die dergestalt in der Kälte aufbewahrten Muskeln auch nur entfernterweise so von Säure überfliessen, wie solche, welche bei mittlerer Temperatur die Fäulniss durchmachen.

Ebensowenig habe ich Muskeln sauer werden sehen, die ich in gesättigte Lösungen von Chlornatrium, salpetersaurem Kali, schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia gelegt hatte, während wenigstens das Syntonin aus seiner Lösung in verdünnter Chlorwassertoffsäure durch Zusatz von Salzlösungen gefällt wird. Auch in

absoluten Alkohol gelegte, nachher in Wasser aufgeweichte Muskeln habe ich nicht deutlich sauer gefunden.

Aus diesen Versuchen folgt somit wohl mit hinlänglicher Bestimmtheit, dass das Freiwerden von Säure im Muskel keine nothwendige und unmittelbare Folge der Gerinnung des Muskelfaserstoffes sei, sondern dass unter Umständen letztere allerdings stattfinden könne ohne erstere nach sich zu ziehen. Ehe wir aber über die Natur des Vorganges der Säurebildung im absterbenden Muskel weitere Muthmassungen äussern, wird es zweckmässig sein, zuerst noch durch die Untersuchung der Muskeln anderer, insbesondere warmblütiger Thiere uns zu unterrichten, inwiefern das am Frosch beobachtete denn auch wirklich von allgemeiner Geltung sei.

Unter den Fischen prüfte ich die Karausche *(Cyprinus carassius)*, den Schlei *(Chrysitis tinca)*, den Hecht *(Esox lucius)* und den Barsch *(Perca fluviatilis)* auf die Reaction des Querschnittes des von den lebenden Fischen abgeschnittenen Schwanzes. Ich fand dieselbe alkalisch und erst später, der gewöhnlichen Angabe entsprechend, sauer; wobei jedoch das Barschfleisch eine Ausnahme machte, welches ich in zwei Versuchen nicht deutlich sauer, sondern nur in der oben bezeichneten Art neutral werden sah, auch wenn ich dasselbe fünf Minuten lang in 45° warmes Wasser tauchte oder es unbestimmte Zeit lang in Wasser von mittlerer Temperatur liegen liess.

Stücke aus dem grossen Brustmuskel einer den Augenblick vorher geköpften Taube, eines mit Curara vergifteten Huhnes geschnitten, reagirten, die ersteren mehr alkalisch, die lezteren mehr neutral. Von Säure war auch hier an den frischen Muskeln keine Spur bemerkbar, obschon dieselben nach eingetretener Starre auf das deutlichste sauer gefunden wurden. In Bezug auf die Wirkung der Wärme verdient bemerkt zu werden, dass bei den Vogelmuskeln die Temperatur von 45°, die ja nur wenige Grade über der Blutwärme des Vogels liegt, zur Säurung des Muskels nicht ausreicht, sondern dass 50—55° C. dazu erforderlich sind. Siedendes Wasser ertheilt dem Vogelfleisch die neutrale Reaction in der oben beschriebenen Art; wobei ich Sorge trug, nicht grössere Stücke Muskelfleisch zu den Versuchen anzuwenden, als solche welche etwa einem ein-

zelnen Gastroknemius des Frosches entsprachen, um sicher zu sein, dass das Verhältniss der Oberfläche zur Masse für das Eindringen der Wärme kein minder günstiges gewesen sei.

Was die Säuger betrifft, so experimentirte ich im Schlachthause an Rind und Schwein, im Laboratorium an Hund, Kaninchen und Meerschweinchen *(Cavia Cobaya)*. Das Fleisch aller fand ich anfangs mehr oder weniger deutlich alkalisch, und oft erst nach Stunden trat die saure Reaction hervor. Die Abwesenheit der sauren Reaction an den frischen menschlichen Muskeln hat, wie ich aus brieflicher Mittheilung weiss, mein Freund Hr. H. Bence Jones in London bei Gelegenheit einer Amputation beobachtet.

In allen diesen Versuchen enthielten die Muskeln noch Blut. Ich unterliess aber nicht auch hier wie bei den Froschmuskeln noch den Beweis zu führen, dass die neutrale oder alkalische Reaction des Muskelquerschnittes nicht etwa von einer Sättigung, beziehlich Uebersättigung der in den Muskeln fertig gebildet enthaltenen Säure, durch das Alkali des Blutes herrührte. In die Bauchaorta eines lebend geöffneten Kaninchens spritzte ich blutwarmes Zuckerwasser von dem oben angegebenen Procentgehalt, bis das Wasser farblos aus der unteren Hohlvene floss; die Reaction der blutleeren Muskeln war aber von derjenigen mit Blut erfüllter Muskeln desselben Thieres kaum zu unterscheiden. Mit solchem blutleeren Kaninchenfleisch wiederholte ich die an den Vogelmuskeln angestellten Versuche über den Einfluss der Wärme auf die Reaction der Muskeln. Fünf Minuten lang in Wasser von 50° getauchtes Muskelfleisch hatte eine saure Reaction angenommen; kleine Stücke in siedendes Wasser gehalten wurden dagegen nicht sauer, sondern nur neutral gefunden.

Einen gleichbedeutenden Versuch mit dem an Kaninchen stellte ich am Hunde an, indem ich an dem durch Curara gelähmten Thiere von der *Arteria iliaca communis* aus das eine Bein mit Zuckerwasser von mittlerer Temperatur ausspritzte. Beim Entleeren der zweiten und dritten Spritze (von 47 CC. Inhalt) entstanden leichte Zuckungen. Die Muskeln, obwohl blutleer, blieben noch deutlich roth gefärbt. Ihre Reaction war neutral in der angegebenen Art; auf violettem

Papier machten sie gar keinen Eindruck. Die mit Blut erfüllten Muskeln der anderen Seite reagirten ziemlich ausgesprochen alkalisch.

Wie man sieht, haben uns unsere Beobachtungen an den Froschmuskeln nicht irre geführt. Man wird wohl jetzt den Schluss für gerechtfertigt halten, dass es in der Wirbelthierreihe keine quergestreiften Muskeln gebe, die im frischen Zustande saure Reaction besitzen. Auf die Muskeln wirbelloser Thiere habe ich meine Untersuchungen noch nicht ausgedehnt.

Dagegen bin ich bemüht gewesen, mich über die Reaction der glatten Muskelfasern in's Klare zu setzen. Die früheren Angaben darüber widersprechen einander. Hr. Lehmann will den wässrigen Auszug aus der Muskelhaut des Schweinemagens und aus der mittleren Arterienhaut des Rindes schwach sauer, den aus der Tunica dartos ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben gefunden haben. Herr Gustav Siegmund hat aus dem Uterus einer nach der künstlichen Frühgeburt im achten Monat der Schwangerschaft verstorbenen Frau Ameisensäure, Essigsäure und später noch, wie ich aus mündlicher Mittheilung weiss, Milchsäure dargestellt. Hingegen Hr. M. S. Schultze giebt an, den wässrigen Auszug aus der mittleren Haut einer frischen Ochsenaorta alkalisch gefunden zu haben.

Die unstreitig beste Gelegenheit, eine grosse und möglichst reine Ansammlung glatter Muskelfasern im völlig frischen Zustande zu beobachten, bietet der Muskelmagen der Vögel dar. Hr. Leydig betrachtet zwar die Faserzellen desselben als bereits einen Uebergang bildend zu den quergestreiften Muskelbündeln. Um so auffallender wird es erscheinen, dass ich vom frisch getödteten Thiere entnommene Stücke des Muskelmagens des Huhnes und der Taube mehrmals bei mittlerer Temperatur bis zur stinkenden Fäulniss verfolgt habe, ohne je eine Spur saurer Reaction wahrzunehmen. Die Reaction war anfangs schwach alkalisch, und blieb so bis zur Ammoniakentwicklung durch die Fäulniss, wo sie deutlicher ward. Auch in Wasser von mittlerer Temperatur unbestimmte Zeit hindurch verweilend wurden Stücke vom Muskelmagen nicht sauer; ebensowenig in Wasser von den verschiedensten Temperaturen bis zur Siedhitze. Nicht minder habe ich die Muskelhaut des Dickdarms und die Aorta eines vor

meinen Augen geschlachteten Ochsen alkalisch reagirend gefunden, und dieselbe Reaction fort und fort bis zur ausgesprochenen Fäulniss beobachtet. Auch der Darm des Schleies und das contractile Gaumenorgan der Cyprinoïden haben mir keine saure Reaction geben wollen, obwohl eine solche wegen der darin enthaltenen quergestreiften Bündel zu erwarten war. Vielleicht wurde dieselbe durch die alkalische Reaction der umgebenden Gewebe verdeckt. Ein zu dieser Untersuchung passender Uterus ist leider seit der Zeit, wo ich Veranlassung fand danach zu trachten, bis auf den heutigen Tag meinen Freunden, den Hrn. Reichert und Virchow, nicht vorgekommen.

Für die Erklärung der von Hrn. Siegmund am Uterus gemachten Beobachtung wird sich uns weiter unten eine Auskunft bieten. Wie die Sachen stehen, muss ich urtheilen, dass wenn die frühere Ansicht von der sauren Beschaffenheit der quergestreiften Fleischfaser in so fern unrichtig war, als diese Beschaffenheit sich erst in Folge einer Leichenveränderung einstellt, die Lehre von der sauren Natur der glatten Muskelfaser nicht einmal so weit zutrifft, da diese Faser nach meinen Erfahrungen vielmehr zu keiner Zeit ihres Absterbens aufhört, alkalisch zu reagiren.

Bis hierher reichen meine Ermittelungen über die Reaction der ausgeruhten absterbenden Muskeln. Ueber die Entstehungsweise der Säure in Folge des Erstarrens habe ich nichts beizubringen. Die Hrn. Lehmann und Schlossberger halten es nicht für unmöglich, dass die Fleischmilchsäure ein Zersetzungsproduct eiweissartiger Körper sei. Hr. Schlossberger bemerkt, dass, obschon der Scherer'sche Muskelzucker in Berührung mit faulenden Eiweisskörpern, Fibrin und Casein, der Milchsäure-Gährung fähig scheine, dies doch kaum der Ursprung der Fleischmilchsäure sein könne, weil dazu die Menge des Inosits sogar im Herzen, wo er noch am reichlichsten vorkommt, eine viel zu kleine sei. Erwägt man, dass die Säurung des Muskels durch Temperaturerhöhung innerhalb gewisser Grenzen ausnehmend beschleunigt, durch Temperaturerniedrigung hingegen gehemmt, dass sie durch Siedhitze, Alkohol, Salze gänzlich verhindert wird, so ist es freilich nicht leicht, sich der Vorstellung zu erwehren, dass man es hier mit einem wahren Gährungsvorgange zu thun habe. Es ist

aber jetzt an der Zeit, Kenntniss zu nehmen von einem weiteren Umstande, wodurch einestheils die bisher aufgedeckten Thatsachen ganz ungemein an Bedeutung gewinnen, anderentheils die Erklärungsweise derselben auf alle Fälle wesentlich bedingt werden dürfte. Dies ist die Eingangs schon erwähnte *Säurung der noch leistungsfähigen Muskeln in Folge heftiger Anstrengungen.*

Ein Frosch werde so zugerichtet, dass nur noch die Wirbelsäule mit dem darin enthaltenen Rückenmarke, der Ischiadnerv und der zugehörige Gastroknemius übrig bleiben. Dieser werde mittels des Schlittenmagnetelektromotors bis zur Erschöpfung tetanisirt, indem man zuerst das Rückenmark, dann am Ischiadnerven herabsteigend dessen einzelne Strecken, endlich den Muskel selber den Strömen aussetzt. Bei jeder neuen Strecke, die man in den Kreis einführt, beginnt man mit den schwächsten Strömen, welche noch Zuckung geben, und geht nicht eher zu einer neuen, tiefer gelegenen Strecke über, als bis auch die stärksten Schläge, die man vernünftigerweise anwenden kann, keine Zuckung mehr erzeugen. Untersucht man darauf die Reaction des Querschnittes eines dergestalt tetanisirten Muskels, so findet man dieselbe oft, wenigstens stellenweise, entschieden sauer; im schlimmsten Falle wenigstens stets mehr zur sauren Reaction sich hinneigend, als die des in Ruhe gebliebenen Gastroknemius der anderen Seite, und zwar in viel zu auffallendem Grade, als dass man den Unterschied auf die durch die Zusammenziehung etwa bedingte grössere Blutleere des tetanisirten Muskels schieben könnte. Nach wenigen Minuten Ruhe übrigens ziehen sich die Bruchstücke des dergestalt bei seinen Lebzeiten gesäuerten Muskels wieder kräftig auf mässig starke Reizung zusammen.

Man kann gegen diesen Versuch denselben Einwand machen, dem Hr. Helmholtz bei seinen berühmten Versuchen über den chemischen Stoffverbrauch bei der Muskelaction dadurch zuvorkam, dass er sich zum Tetanisiren reibungselektrischer Entladungen bediente, welche im Verhältniss zu ihrer elektrolytischen eine sehr bedeutende physiologische Wirkung besitzen; nämlich dass, da der Muskel selber zuletzt den Strömen ausgesetzt wurde, die Säurung desselben möglicherweise eine elektrolytische Wirkung dieser Ströme, statt eine Folge der Zusammen-

ziehungen sei. Indessen gelingt es, den Versuch mit wesentlich demselben Erfolg anzustellen, auch ohne die Schläge zuletzt den Muskel unmittelbar treffen zu lassen; nur dass alsdann die Säurung, wegen der geringeren Summe von Zusammenziehungen, die man vom Nerven aus zu erlangen vermag, auf einer niedrigeren Stufe stehen bleibt.

Besser gelingt die Säurung des Muskels durch mittelbare Reizung am lebenden Frosch, und zwar in folgender Weise. Der Frosch wird auf der von mir in meinen Untersuchungen beschriebenen „Vorrichtung zur Befestigung des lebenden Frosches“ gefesselt, die Bauchaorta unterbunden, und der eine Ischiadnerv in der Kniekehle durchschnitten. Am Rücken bringt man in Schulter- und Lendengegend entweder die ebendaselbst beschriebenen Froschhautklemmen an, oder man verfährt in der gleichfalls dort bereits bezeichneten Art, nämlich indem man Streifen dünnen Zinkbleches durch zwei Hautschlitze führt, die man in jenen beiden Gegenden, der Längsmittellinie gleichlaufend, in passendem Abstand von derselben angebracht hat. Die Zinkstreifen, an deren eines Ende ein Draht gelöthet ist, oder die Froschhautklemmen dienen als Elektroden der secundären Rolle des Schlittenmagnetelektromotors. Das eine Ende der primären Rolle ist mit dem Pendel eines Mälzel'schen Metronoms verknüpft, das andere durch zwei Drähte mit dem Platin und mit dem Zink zweier kleinen Grove'schen Ketten. Das Zink und Platin dieser stehen in Verbindung mit zwei Quecksilbernäpfchen, und eine jederseits an dem Pendel angebrachte verquickte Spitze taucht jedesmal etwa eine Secunde lang in das eine oder das andere dieser Näpfchen, wenn das Pendel seine grösste Ablenkung erreicht hat. Man übersieht leicht, wie dadurch erreicht wird, dass abwechselnd die eine und die andere der beiden entgegengesetzt angeordneten Ketten eine Secunde lang in den Kreis der primären Rolle eingeschaltet wird. So lange dies der Fall ist, spielt die Feder des Magnetelektromotors, und es wird also das Rückenmark des Frosches in Zwischenräumen, welche der Schwingungsdauer des Pendels weniger eine Secunde gleich sind, eine Secunde lang abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung von den Oeffnungsschlägen getroffen. Es geben sich, bei diesem Verfahren, mancherlei eigenthümliche Erscheinungen kund, auf die ich hier nicht näher eingehen will.

Es genüge die Angabe, dass, da die aufsteigenden Ströme bald unwirksam werden, die absteigenden aber leicht zwei Stunden lang wirksam bleiben, bei 38.5 Schwingungen des Pendels in der Minute der Muskel mindestens $120 \times 19.25 = 2310$ mal eine Secunde, oder im Ganzen 38.5 Minuten lang, mit Erfolg mittelbar tetanisirt wurde, was eine bei weitem grössere Summe von Zusammenziehungen vorstellt, als sie bei einer anderen mir bekannten Art mittelbar zu tetanisiren erzielt wird.

Versagt endlich der Muskel vom Rückenmark aus weitere Zuckungen, so wird er mit dem der anderen Seite, der gar nicht gezuckt hat, ausgeschnitten, wobei er die Durchschneidung des *N. tibialis* leicht noch mit Zuckung beantwortet, und die Reaction seines Querschnittes geprüft. Man findet dieselbe meist deutlich sauer, während ich kaum zu sagen brauche, dass der Querschnitt des anderen Muskels noch die übliche neutrale, zum Alkalischen sich hinneigende Reaction zeigt. Dies Ergebniss ist um so auffallender, als sich merkwürdigerweise stets der tetanisirte Muskel als der bei weitem blutreichere zeigt. Man kann den Frosch am Leben erhalten, um sich davon zu überzeugen, wie er nach kurzer Zeit und, trotz der unterbundenen Bauchaorta, auch noch am folgenden Tage die Muskeln des gleichfalls tetanisirten Oberschenkels ganz gut beherrscht.

Die Bauchaorta unterband ich bei diesen Versuchen in der Absicht zu verhindern, dass nicht das stets erneute alkalische Blut die in dem Muskel entwickelte Säure sättige, und etwa in Gestalt fleischmilchsauren Natron's fortführe. Ich habe einige Versuche angestellt, welche zu beweisen scheinen, dass diese Vorsicht nicht ganz überflüssig war. Als ich nämlich denselben Versuch ohne Unterbindung wiederholte, gab sich ein weit kleinerer Unterschied zwischen der Reaction des ruhigen und der des tetanisirten Muskels zu erkennen. Als ch sodann beide Nerven unversehrt liess, und statt der Aorta die eine *A. iliaca communis* unterband, zuckten die Muskeln der Seite, wo nicht unterbunden war, länger und stärker als die der anderen, und erschienen verhältnissmässig blutleer. Nichtsdestoweniger gaben sie keine deutliche Zeichen der Säurung, während die Muskeln der an-

deren Seite, wo unterbunden war, obschon von Blute strotzend und folglich viel reicher an Alkali, entschieden sauer gefunden wurden.

Zerschneidet man einem Frosch, dessen Aorta unterbunden ward, den einen Ischiadnerven, vergiftet dann den Frosch mit Strychnin, und vergleicht die Reaction der beiden Gastroknemien, so findet man dieselbe auf beiden Seiten neutral, obschon die des tetanisirten allerdings etwas mehr zum Sauren neigt. Der mangelhafte Erfolg dieses Versuches rührt wohl davon her, dass dabei die Summe der Zusammenziehungen eine zu kleine bleibt, als dass eine bemerkbare Spur von Säure im Muskel aufgehäuft werden könnte.

So bleibt also die Säurung des Muskels durch Tetanus beim Frosche stets eine ziemlich zarte Erscheinung, deren Nachweis mit nicht geringen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Anders ist es beim Kaninchen. Hier gelingt auf das leichteste und sicherste der zuletzt beschriebene Versuch, dessen Ergebniss am Frosch so gut wie verneinend ist. Zerschneidet man einem Kaninchen den Ischiadnerven der einen Seite, vergiftet dasselbe mit Strychnin, und schneidet unmittelbar nach oder besser noch während dem letzten Krampfanfalle die Wadenmuskeln beider Seiten aus, so findet man die ruhigen neutral, die tetanisirten auf's entschiedenste sauer, so dass blaues Lackmuspapier bei längerer Berührung mit deren Querschnitt zwiebelroth gefärbt wird. Ebenso verhalten sich alle anderen am Strychninkrampf betheiligten Skeletmuskeln.

Ich weiss nicht recht, warum derselbe Versuch am Hunde keinen ebenso günstigen Erfolg liefert. Ich fand in mehreren Fällen die ruhigen Muskeln alkalisch, die tetanisirten neutral. Allerdings also neigt die Reaction der letzteren mehr zum Sauren als die der ersteren, und vielleicht erscheint sie nur deshalb nicht sauer, weil die Reaction der ruhigen Muskeln hier eine mehr ausgesprochen alkalische ist, so dass der Punkt, von dem aus die Muskeln sich bei der Zusammenziehung der sauren Reaction nähern, im Hunde ein weiter davon entfernter ist, als im Kaninchen.

Man kann diesem Versuch am Kaninchen noch eine andere Gestalt geben. Das Thier wird auf dem Bauche liegend festgebunden, in Schulter- und Lendengegend eine Hautfalte in die Höhe gehoben,

mit dem Scalpell durchstossen, und auf dem zur Führung dienenden Scalpellstiel ein Streifen Zinkblech von etwa 15mm Breite hindurchgeführt, an dessen eines Ende ein Draht gelöthet ist. Damit bei Bewegungen des Thieres die Blechstreifen nicht wieder herausgleiten, knickt man das freie Ende derselben hakenförmig über die Hautbrücke um, unter der der Streifen fortgeht. Diese Art, der Wirbelsäule eines Kaninchens Elektroden anzulegen, möchte der von Hrn. Pflüger in seinem Buche über das Hemmungsnervensystem der Gedärme empfohlenen vorzuziehen sein. Die beiden Zinkstreifen werden mit den Enden der secundären Rolle des Magnetelektromotors verknüpft. Oeffnet man, bei passendem Abstande beider Rollen, den Schlüssel, so verfällt das Thier in Tetanus. Der Kopf wird zurückgebogen, die Pupille erweitert wegen Erregung der Ciliospinal-Gegend des Rückenmarkes, nicht selten schreit das Thier kläglich, endlich der ganze Körper geräth, wegen der Unterbrochenheit auch der scheinbar stetigsten Muskelzusammenziehung, in ein so heftiges und rasches Zittern, dass dadurch ein tiefer musikalischer Ton entsteht. Ich habe dies zuerst in den eben erwähnten Versuchen des Hrn. Pflüger zu beobachten Gelegenheit gehabt, als derselbe, um das von ihm im Rückenmark vorausgesetzte Centralorgan der *Nn. splanchnici* zu reizen, Kaninchen in ähnlicher Art vom Rückenmark aus tetanisirte. Musikalisch bestimmt habe ich jenen Ton nicht, es ist aber nicht zu bezweifeln, und gewiss bemerkenswerth, dass derselbe dem Ton des Magnetelektromotors bedeutend an Höhe nachsteht. Bei fortgesetztem Tetanisiren wird, unstreitig wegen des Krampfes der Athemmuskeln, das Blut des Kaninchens schwarz, und es kann leicht geschehen, dass Einem das Thier unter der Hand stirbt.

Ein Stück Muskel aus einem solchen Kaninchen ausgeschnitten findet man sauer. Hat man auf der einen Seite den Ischiadnerven zerschnitten, so kann die neutrale Reaction der davon versorgten und in Ruhe gebliebenen Muskeln wie in den vorigen Versuchen zur Controle dienen. Dies ist nun nichts weiter als eine Bestätigung des mit Strychninvergiftung erhaltenen Ergebnisses. Allein die neue Versuchsweise hat vor jener das voraus, dass man dabei das Thier am Leben erhalten kann, und so Gelegenheit hat, eine Frage vom höchsten In-

teresse zu beantworten, nämlich die, was aus der in Folge des Tetanus im Muskel entwickelten Säure werde. Ich habe hierüber erst einen Versuch, aber mit recht günstigem Erfolge, angestellt. Nachdem ich nämlich ein Kaninchen so lange und so stark tetanisirt hatte, als es möglich war ohne dasselbe zu tödten, schnitt ich ein Stück Muskelfleisch aus dem einen Oberschenkel aus, und fand dasselbe angegebenermassen lebhaft sauer. Darauf wurde die Wunde zugenäht, und dem Kaninchen Ruhe gegönnt. Die ersten zwei Stunden lag es in tiefster Ermattung auf der Seite, und war ganz kalt anzufühlen; dann erholte es sich allmählig, setzte sich auf und fing wieder an zu fressen. Nach etwa fünf Stunden wurde die Wunde wieder geöffnet, und ein neues Stück Muskelfleisch ausgeschnitten, welches sich nicht mehr sauer verhielt. Abermals wurde die Wunde zugenäht, und das Thier zu weiteren Versuchen aufgehoben. Ein paar Tage darauf prüfte ich an demselben vergiftete Pfeile der Jakuns (Mintras) von Malacca, die mir Hr. Fedor Jagor von dort zuzusenden die Güte gehabt hatte. Es erfolgte Tetanus und Tod, wie nach Strychninvergiftung. Ein drittes ausgeschnittenes Muskelstück erwies sich jetzt wieder deutlich sauer. Aus diesem Versuche ergiebt sich mit Gewissheit, dass wenige Stunden hinreichen, um die auch im ungewöhnlichsten Maasse in den Muskeln durch Anstrengung erzeugte Säure unmerklich zu machen. Ich habe aber Grund anzunehmen, dass bei unversehrtem Kreislauf ein sehr viel kleinerer Zeitraum, vielleicht schon von wenigen Minuten, dazu ausreicht.

Da das Herz während des Lebens unablässig eine gewaltige mechanische Arbeit leistet; da bereits anderweitige Spuren eines besonders regen Stoffwechsels darin gefunden wurden, als da sind Kreatin in ungewöhnlicher Menge, Inosit, Hypoxanthin; da, wie ich bemerkt habe, Braconnot's Analyse des Ochsenherzens von Berzelius' Analyse anderer Muskeln desselben Thieres hinsichtlich des Verhältnisses des alkoholischen und wässrigen Auszuges in dem Sinne abweicht, wie es nach den Beobachtungen des Hrn. Helmholtz zu erwarten stand; endlich da schon 1828 Hr. C. Aug. Sigm. Schultze das Herz unter allen Muskeln am stärksten sauer gefunden zu haben glaubte: so versuchte ich, ob vielleicht das noch leistungsfähige Herz

eine saure Reaction geben würde. Beim Frosch, bei der Taube, dem Ochsen, Kaninchen und Meerschweinchen traf dies indess nicht zu. Nur dass das Herz, trotz seiner grossen Blutfülle, die ihm stets eine deutliche alkalische Reaction verlieh, früher als andere Muskeln sauer zu werden schien. Hr. Kühne schrieb mir aus Paris, er habe frische Herzen von Hunden und Katzen sauer gefunden, die Hr. Claude Bernard zu seinen Versuchen verwandt hatte. Ich dachte mir, dass diese Herzen vielleicht deshalb sauer gewesen seien, weil sie während der Vivisection vor Angst und Wuth heftiger als sonst geklopft hatten. Ich zerschnitt also einem starken männlichen Kaninchen beide Vagi, um sein Herz in ungewöhnlich heftige Bewegung zu versetzen. Das Thier starb unter den gewöhnlichen Zufällen bereits nach 22 Stunden, als ich gerade anders beschäftigt war. Doch traf ich, als ich sehr kurze Zeit darauf die Brusthöhle öffnete, das Herz noch für mechanischen Reiz empfänglich an. Die Reaction desselben war aber die gewöhnliche ziemlich ausgesprochen alkalische.

Die rothen Flecken, welche durch Tetanus gesäuerte Muskeln auf blauem Lackmuspapier machen, sind von dauernder Beschaffenheit, und die Siedhitze vermag über die dergestalt in den Muskeln entwickelte Säure eben so wenig wie über die auf anderem Wege freigewordene (S. oben S. 21). Die saure Reaction der angestrengten Muskeln rührt folglich weder her von der nach Angabe der Hrn. Matteucci und Valentin reichlicher darin entwickelten Kohlensäure, noch von saurem phosphorsaurem Kali. Dass Fleischmilchsäure die Ursache derselben sei, wird noch dadurch wahrscheinlich gemacht, dass Berzelius, wie er im Jahr 1841 Hrn. Lehmann in Schweden erzählt hat, aus den Muskeln gehetzten Wildes eine auffallend grosse Menge Milchsäure erhielt, während die Muskeln partiell gelähmter Extremitäten ihm weniger als sonst davon zu enthalten schienen [1]).

[1]) Dies ist, wie mir Hr. Lehmann brieflich mitzutheilen die Güte hatte, der Ursprung der in sein Lehrbuch der physiologischen Chemie Bd. I. Leipzig 1850, S. 103 aufgenommenen Angabe, („Berzelius glaubt sich überzeugt zu haben, dass „ein Muskel desto mehr Milchsäure enthält, je mehr er vorher angestrengt worden „ist") welche von dort vermuthlich in Hrn. Ludwig's und Hrn. Schlossberger's Werke übergegangen ist. Berzelius selber scheint jene Beobachtung nirgends veröffentlicht zu haben.

Ueber die Entstehungsart der Fleischmilchsäure bei der Zusammenziehung wird es weise sein, sich zunächst jeder Muthmassung zu enthalten. Nur die Widerlegung einer Ansicht darüber, welche vielleicht auftauchen könnte, halte ich für zweckmässig.

Wir haben oben den Beweis geführt, dass die Gerinnung des Muskelfaserstoffes unabhängig von der Säurung des Muskels stattfinden könne. Die gegenwärtigen Versuche scheinen nun auch umgekehrt zu zeigen, dass die Säurung des Muskels ohne die Gerinnung des Muskelfaserstoffes stattfinden könne. Es könnte aber der Zweifel ausgesprochen werden, ob wirklich die Säurung des Muskels durch Tetanus von der durch das Absterben, oder durch die Gerinnung des Muskelfaserstoffes, herbeigeführten wesentlich verschieden sei. Man könnte sagen, dass in Folge der heftigen Muskelanstrengung vielleicht ein Theil der Muskelbündel wirklich absterbe, todtenstarr und sauer werde, während ein anderer allerdings noch leistungsfähig sei. So komme der Anschein der Säurung des noch lebenden Muskels zu Stande. Wenn dann den Muskeln Ruhe gegönnt werde, löse das arterielle Blut die Starre jener abgestorbenen Bündel und wiederbelebe sie, wie in den bekannten Versuchen der Hrn. Brown-Séquard und Stannius.

Diese Meinung ist unhaltbar. Erstens würde es irrig sein, sich die tetanisirten Muskeln, an denen wir saure Reaction nachgewiesen haben, in dem Maasse erschöpft vorzustellen, dass einzelne Primitiv- oder secundäre Bündel derselben mit sofortigem Absterben bedroht wären. Ich will nicht läugnen, dass sich dies im Anfang meiner Versuche ein- oder das anderemal zugetragen habe, besonders als ich dieselben noch allein am Frosch anstellte und zuletzt, um schlagendere Wirkungen zu erhalten, die Muskeln unmittelbar reizte. Obschon auch hier, wie gesagt, sogar die zerschnittenen Muskeln nach kurzer Ruhe wieder leistungsfähig erschienen (S. oben S. 30). Allein bei mittelbarer Reizung vom Rückenmark aus, sei's durch den elektrischen Strom, sei's durch Strychnin, ist wirklich von einer so gefahrdrohenden Erschöpfung des Muskels selber die Rede nicht. Die sauer reagirenden Muskeln z. B. eines durch Strychnin getödteten Kaninchens zucken noch beim Durchschneiden des Nerven, vollends antworten sie noch leicht, kräftig, und, soweit sich dies beurtheilen lässt, in ganzer Ausdehnung auf jeden un-

mittelbar angebrachten elektrischen, ja mechanischen Reiz. Solche Muskeln erschöpft zu nennen, würde in der That keinen Sinn haben. Uebrigens ist der rothe Fleck, den der Querschnitt eines tetanisirten Kaninchenmuskels auf blauem oder violettem Grunde macht, ganz einfarbig und frei von jeder Einmischung des Grundes, wie sie unstreitig stattfinden würde, wenn die saure Reaction nur einzelnen besonders angestrengten Muskelbündeln zukäme.

Sollte hienach noch ein Zweifel sein daran, dass die Säurung der tetanisirten Muskeln nicht auf diese Art erklärt werden könne, so würde derselbe vor einer neuerdings von Hrn. Kühne ermittelten wichtigen Thatsache weichen müssen. Hr. Kühne schreibt mir aus Paris vom 5. Februar d. J., es sei ihm gelungen sich auf das bestimmteste zu überzeugen, dass die Lösung der Todtenstarre durch das arterielle Blut in dem Versuch von Stannius und Brown-Séquard nur dann eintrete, wenn die Muskeln nicht bereits in Folge der Erstarrung sauer geworden seien. Damit verliert der hier bekämpfte Einwand gegen unsere Versuche vollends den Boden, da er gerade auf der Möglichkeit fusst, dass die in Folge übermässiger Anstrengung abgestorbenen, erstarrten und gesäuerten Bündel durch das arterielle Blut wiederbelebt würden.

Die Beobachtung des Hrn. Kühne dürfte übrigens eine andere Muthmassung ähnlicher Art in nicht minder bedenklichem Licht erscheinen lassen, zu der man jetzt hier leicht geführt wird. Sie besteht in der Umkehr der bekannten Ansicht, wonach die Todtenstarre eine letzte dauernde Zusammenziehung sein sollte. Es würde nämlich danach vielmehr jede Zusammenziehung mit einer Gerinnung einer gewissen Menge flüssigen Muskelfaserstoffes verknüpft sein, welche ihrerseits nicht ohne Säurebildung einherschreiten würde, wobei man noch der die Zusammenziehung begleitenden Temperaturerhöhung einen begünstigenden Einfluss zuschreiben könnte, welche in den eigentlichen Heerden des Molecularvorganges ja eine viel beträchtlichere sein mag, als sie sich für die Gesammtheit der Muskelmasse darstellt. Auch diese Hypothese würde zuletzt nothwendig der Auflösbarkeit des bereits gesäuerten Gerinnsels durch das arterielle Blut bedürfen, und also,

wenn man nicht noch weitere Vermuthungen hinzufügen will, gleichfalls durch jene Beobachtung beseitigt sein.

Leichter als von der Entstehung der Säure bei der Zusammenziehung, wird man wohl dazu gelangen sich einen Begriff zu machen von den Schicksalen, denen die einmal gebildete Säure unterliegt. Wir haben gesehen, dass die Säure sehr bald wieder unmerklich wird. Das natürlichste ist wohl, sich zu denken, dass das alkalische Blut dieselbe aus den Primitivbündeln in Gestalt fleischmilchsauren Natrons auswasche, während Kohlensäure frei werde. Ob das fleischmilchsaure Natron im Blute zu kohlensaurem Natron und anderen Producten verbrannt werde, oder ob dasselbe als solches im Harn erscheinen könne, ist eine Frage, die zu weiteren Untersuchungen auffordert. Obschon von den Chemikern die Gegenwart milchsaurer Salze und freier Milchsäure im Harne heutzutage im Allgemeinen bezweifelt wird, ist es doch schwer, sich jetzt hier nicht zu erinnern, dass einst Hr. Lehmann die Menge der von ihm als Milchsäure angesprochenen Substanz im Harn nach körperlichen Anstrengungen vermehrt gefunden hatte.

Der Säurung der Muskeln bei heftigen Krämpfen wegen ist es rathsam, wenn man bei warmblütigen Thieren sich von der neutralen, beziehlich alkalischen Reaction der ruhigen Muskeln überzeugen will, die Thiere mit Curara zu vergiften. In der That gelang es mir nur durch diesen Kunstgriff, beim Huhne, welches geköpft erst nach unendlichem Geflatter stirbt, die Muskeln neutral zu finden, da sie sonst eine mehr oder weniger entschieden säuerliche Reaction anzunehmen pflegen. Hierin liegt ein neuer Erklärungsgrund dafür, dass die Chemiker über die Reaction der frischen Muskeln so lange haben können in Täuschung befangen sein. Es ist denkbar dass dieser oder jener in der That Versuche am frischgetödteten Thier angestellt und die Muskeln, wegen der meist den Todeskampf begleitenden Krämpfe, sauer angetroffen habe. So ist es jetzt auch denkbar, dass die von Hrn. Siegmund beobachtete saure Beschaffenheit des Uterus-Auszuges von den Wehen herrührte, die vor dem Tode stattgefunden hatten.

Schliesslich würde uns übrig bleiben, einen Blick zu werfen auf Hrn. v. Liebig's Hypothese über den Ursprung des Muskelstromes. Da die Muskeln, so lange sie einen elektrischen Strom entwickeln,

keine Säure in ihrem Inneren enthalten, so versteht es sich von selbst, dass in dem Sinne, wie Hr. v. Liebig es wollte, von seiner Hypothese die Rede nicht mehr sein kann; um so mehr, als ich mich überzeugt habe, dass Nerven und Muskeln eines mit Zuckerwasser ausgespritzten Froschbeines alle gewohnten elektrischen Wirkungen zeigen. Nichtsdestoweniger knüpfen sich an eine genauere Erwägung dieses Gegenstandes mancherlei nicht unwichtige Fragen, die ich bei einer späteren Gelegenheit und in einer besonderen Abhandlung zu erörtern gedenke [1]).

---

[1]) Die Literatur zur gegenwärtigen Abhandlung findet sich möglichst vollständig in meiner Habilitationsschrift: De Fibrae muscularis Reactione, ut Chemicis visa est, acida. Berolini. Prostat apud Georgium Reimer. 1859. 4°. zusammengestellt. Einen Punkt daraus kann ich nicht umhin, auch an dieser Stelle noch zu besprechen. In der dritten Auflage seiner chemischen Briefe, Heidelberg 1851, S. 551 sagt Hr. v. Liebig: „Die freie Säure der Fleischbrühe scheint erst in Folge einer „Veränderung zu entstehen, welche ausnehmend rasch nach dem Tode eintritt, oder „durch das Kochen bewirkt wird; die Muskeln frisch getödteter Thiere, vor dem „Eintreten der Todtenstarre, färben blaues Lackmuspapier nicht roth." (Vergl. Chemische Briefe, vierte Auflage, Leipzig und Heidelberg 1859. Bd. II, S. 134; — Lehmann, Zoochemie u. s. w. 1858. S. 488.) Dieser Ausspruch, welcher in so vollkommenem Widerspruch mit der Ansicht steht, die Hr. v. Liebig wenige Jahre zuvor fester als je begründet zu haben glaubte, und welcher deshalb in seinem Munde für diejenigen, die der Geschichte dieser Angelegenheit gefolgt waren, etwas sehr Ueberraschendes haben musste, wird durch Anführung keines Beobachters und keiner eigenen Erfahrung unterstützt. Hr. v. Liebig hat es somit mir überlassen, zu erzählen, wie er zu jener neuen Einsicht gelangt ist. Als mein Freund, Hr. Georg v. Liebig, sich im Jahr 1850 in Berlin aufhielt, theilte ich ihm meine Versuche über die neutrale Reaction der frischen Muskeln mit. Nach seiner Rückkehr nach Giessen, stellten die Hrn. v. Liebig, Vater und Sohn, in Gemeinschaft mit Hrn. Th. L. Bischoff, Versuche an, durch die sie von der Richtigkeit meiner Behauptung überzeugt wurden. Ein Bericht darüber von Hrn. Georg v. Liebig, vom 1. Mai 1851 gezeichnet, liegt mir vor. Ich hatte indessen schon am 20. December 1850 der physikalischen Gesellschaft hieselbst eine Mittheilung gemacht, in der ich zeigte, dass leistungsfähige Muskeln, sowohl im natürlichen Zustande, als nachdem sie mit Zuckerwasser ausgespritzt wurden, neutrale Reaction besitzen, und dass sie zur Zeit des Erstarrens, durch Eintauchen in lauwarmes Wasser, endlich durch anhaltende heftige Zusammenziehungen sauer werden. Diese Mittheilung ist nicht gedruckt erschienen, sondern gemäss den Statuten der Gesellschaft von den Hrn. Krönig und Wiedemann als Beamten derselben unterschrieben und untersiegelt zu

den Acten gelegt worden (Vergl. die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851. Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. VI. und VII. Jahrgang. Redigirt von Dr. A. Krönig und Prof. Dr. W. Beetz. Berlin 1855. S. VII). Dass Hr. v. Liebig nicht richtig vermuthet hat, die Säurung der Muskeln trete ausnehmend rasch nach dem Tode ein, oder werde durch das Kochen bewirkt, ergiebt sich aus dem oben S. 11—17 Gesagten.

SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

II.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von G. Valentin.

Neunte Abtheilung.

§. 17.

Herzschlag und Athembewegungen.

Alle Mittel, welche die Abzählung der Herzschläge in dem unversehrten Thiere möglich machen, fodern Nebenbedingungen, die den tiefen Winterschlaf stören. Untersucht man zur Frühjahrszeit die eben erwachten und in hohem Grade abgemagerten Murmelthiere, so kann man bisweilen den Puls der gemeinschaftlichen Halsschlagader unmittelbar sehen. Die in der vierten Abtheilung Tabelle A und B verzeichneten Werthe der auf die Minute kommenden Mengen der Carotidenschläge wurden auf diese Art gewonnen. Man bemerkt aber nie das Klopfen der Arterie in früheren Perioden und sieht es auch später nicht, wenn eine irgend beträchtliche Fettlage unter der Haut vorhanden ist. Da die fest schlafenden Murmelthiere kreisförmig eingerollt liegen, so dass die Carotidengegend nicht frei bleibt, so muss man die Tiefe des Winterschlafes stören, um den Beobachtungsort zur Anschauung zu bringen.

Dieser Uebelstand wiederholt sich bei der Auscultation der Herzschläge oder der Pulsation irgend einer im unversehrten Thiere zugänglichen Schlagader. Will man das Ohr an die Herzgegend unmittelbar legen, so ist man genöthigt, das Thier gewaltsam zu strecken,

und ein Röchelgeräusch oder häufigere Athemzüge benachrichtigen bald, dass der Schlaf immer leiser und leiser wird. Der Gebrauch des Hörrohres gestattet eine minder eingreifende Behandlung, stört aber auch meist in merklicher Weise. Die nothwendige Fixation des Thieres und das Andrücken des Hohlkegels an die Brustwand führen binnen Kurzem den tiefsten Winterschlaf in den ruhigen und diesen in den leisen [1]) über, so wie man seine Untersuchungen irgend längere Zeit fortsetzt. Es ereignete sich, dass eine kaum 5 Minuten anhaltende Beobachtung das ruhig schlafende Geschöpf dermassen aufgeregt hatte, dass ich es am folgenden Tage schlaftrunken oder vollkommen wach fand.

Bediente ich mich des mit zwei Kautschuckröhren für beide Ohren versehenen Stethoskopes [2]), das ich in der Herzgegend anlegte, so konnte ich unter günstigen Bedingungen den Doppelton des Herzens des leise schlafenden Thieres hören. Es kam aber in anderen Fällen vor, dass ich Minuten lang vergeblich lauschte, wenn das Murmelthier ruhig schlief. Obgleich die Möglichkeit eines so anhaltenden Stillstandes des Herzens offen bleibt, so können doch diese negativen Erfahrungen denselben nicht beweisen, weil irgend schwache Pulsationen dem Ohre leicht entgehen. Ich habe daher auch diese Beobachtungsart zu keinen scharfen Zahlenangaben benutzt. Noch unsicherer wäre gewesen, die Menge der Herzstösse durch das Anlegen des Fingers bestimmen zu wollen.

Die Explorationsnadel bildet unter diesen Verhältnissen das verhältnissmässig beste Auskunftsmittel. Die zu ihrer Einführung nöthige Streckung oder wenigstens der unvermeidliche Reiz eines Einstiches einer sehr langen Nadel und das Verweilen derselben im Herzen erhöhen unzweifelhaft die Zahl der auf die Zeiteinheit kommenden Pulsschläge. Die Werthe der günstigsten Beobachtungen werden daher das natürliche Minimum nicht erreichen. Man muss sich übrigens bei diesen Untersuchungen hüten, die Athmungsexcursionen der Nadel mit den durch den Herzschlag bedingten zu verwechseln. Es kann auch

---

[1]) Diese Untersuchungen Bd. II. S. 292.

[2]) C. Groux Fissura Sterni congenita. Hamburg. 1859. 4. Plate VIII.

vorkommen, dass die Athembewegungen die Nadel nach und nach aus dem Herzen herausziehen. Allein abgesehen von diesen Uebelständen, vor denen man sich leicht schützt, bildet die Explorationsnadel ein sehr bequemes Hilfsmittel, weil es Schärfe mit relativer Unschädlichkeit vortheilhaft verbindet. Ich habe oft so dicke Nadeln in das Herz gestochen, dass eine nicht unbedeutende Blutung sogleich oder nach der Entfernung des Instrumentes zum Vorschein kam. Thiere, welche mehr als 10 Mal solchen Eingriffen zu verschiedenen Zeiten ausgesetzt wurden, erwachten im Frühjahre, als wenn Nichts vorgegangen wäre. Ich sah den Winterschlaf fortdauern, während die Nadel mehr als 24 Stunden im Herzen haftete.

Arbeitet man an ruhig schlafenden Geschöpfen, so bemerkt man, dass der Knopf der Nadel einen Bogen beschreibt und in seine frühere Lage zurückgekehrt kürzere oder längere Zeit ruhig bleibt. Diese Intermissionen können eine oder mehrere Minuten in sehr glücklichen, freilich seltenen Fällen dauern. Wir dürfen daher den Schluss ziehen, dass das Herz, das höchstens ein oder wenige Male in der Minute bei ruhigem Schlafe klopft, seine Schläge mehrere Minuten lang in dem höchsten Erstarrungsgrade aussetzen kann.

Es kommt häufig vor, dass die Nadel eine Reihe von Pulsen, die verhältnissmässig rasch aufeinander folgen, anzeigt und dann für längere Zeit still steht. Der Herzschlag verhält sich daher hier oft wie in dem absterbenden Herzen wacher Geschöpfe. Jene Pausenzeiten verkürzen sich um so mehr, je leiser der Schlaf wird.

Ich habe auch den Knopf der Nadel mittelst eines eigenthümlichen Zwischenapparates an den Sphygmographen von Vierordt befestigt und so die Zahl der Herzschläge am Kymographion aufschreiben lassen. Man überzeugt sich hierbei, dass die auf dem Papiere verzeichneten Hebungen und Senkungen und die abgezählten Mengen der Pulsationen gleich bleiben. Die durch die Trägheit bedingten Nachschwingungen des Hebels können in der Regel vermieden werden. Die Curven bildeten aber keinen so genauen Ausdruck der Zeitgrössen der einzelnen Momente des Herzschlages, dass sie sich in dieser Hinsicht mit Sicherheit verwerthen liessen. Projicirte man die Spitzen derselben auf die

Zeitabscisse, so fiel das der Systole gehörende Stück kleiner aus, als das, welches der Diastole entsprach.

Eine Reihe von Versuchen beschäftigte sich mit dem gegenseitigen Verhältnisse der Zahlen der Herzschläge und der Athemzüge. Ich setzte hierbei hin und wieder die Prüfung Stunden lang fort.

I. Ein altes Murmelthier von 2,635 Kilogramm Körpergewicht, das seit Anfang December geschlafen hatte und den 8. Januar untersucht wurde, athmete 8 Mal in 4 Minuten, als man die Nadel einführte. Unmittelbar darauf fand sich:

Zeit		Auf die Zeiteinheit der Minute kommende Zahl der		Zahl der Herzschläge auf einen Athemzug.	Bemerkungen.
Stunde.	Minute.	Herzschläge.	Athemzüge.		
	50	22	5	4,4	
10	54	24	4	6,0	
11	58	20	4	5,0	
	6	20	5	4,0	
	10	29	7 bis 8	4,1 bis 3,6	Manche Schäge scheinbar dikrotisch.
12					
	15	36	10 bis 11	3,6 bis 3,3	Temperatur im Mastdarm 7°,4 C.
	47	19	6	3,2	Einzelne scheinbar dikrotische Schläge.
	51	21	6	3,5	Bisweilen Stillstand der Nadel während mehrerer Secunden, besonders bei tiefem Einathmen.
2					
	59	22	6	3,7	
	3	22	5	4,4	Athemzüge von sehr ungleicher Intensität und Dauer.
3	7	21	—	—	Die Nadel steht hin und wieder still.
	9	21	5	4,2	

Zeit		Auf die Zeiteinheit der Minute kommende Zahl der		Zahl der Herzschläge auf einen Athemzug.	Bemerkungen.
Stunde.	Minute.	Herzschläge.	Athemzüge.		
	4	In den ersten 15 Secund. 3 Herzschläge, dann 20 Secunden Ruhe und hierauf 8 Herzschläge in 25 Secunden.	3	3,67	Das Thier war zwischen 3 U. 13 M. und 4 U. 4 M. mit der Nadel im Herzen fester eingeschlafen, so dass man endlich keine Athmung mehr um 4 U. 2 bis 3 M. bemerkt hatte.
	8	4 Herzschläge in 20 Secunden, dann 10 Secunden Ruhe, und hierauf 8 Herzschläge in 30 Secunden.	3	4	
4	12	Von Zeit zu Zeit 2 bis 3 Schläge nach längern Pausen.	—	Das Athmen ruhte im Anfange gänzlich. Dann wiederholte sich mehrere Male, dass zuerst 2 bis 3 Herzschläge und unmittelbar darauf ein Athemzug eintraten.	
	13	Ruhe in den ersten 5 Secunden, dann 5 Herzschläge in 25 Secunden, hierauf ungefähr 10 Secunden Ruhe und endlich 4 Herzschläge in 20 Secunden.	3 bis 4		
	7	39	7	5,8	Unregelmässige Athemzüge.
5	10	46	7	6,6	
	12	47	8	5,9	

Man konnte Anfangs nur 2 bis 3 Herzschläge in der Minute wahrnehmen, während 1, höchstens 2, bisweilen auch gar kein Athemzug innerhalb der gleichen Zeitdauer auftrat. Später fanden sich 2 Herzschläge und 1 Athemzug, hierauf noch 3 Herzschläge und wieder 1 Athemzug innerhalb 60 Secunden. Der letzte Herzschlag fiel immer in die Zeit des Athmens. Es kam in der Folge vor, dass 4 bis 5 Herzschläge, aber nur 1 Athemzug auf die Minute fielen. Wurde der Ballen des rechten Vorderbeines mit concentrirter Schwefelsäure betupft, so zeigten sich 8 Herzschläge und 1 Athemzug in der darauf folgenden Minute.

Das Thier war wiederum fester nach diesen Versuchen eingeschlafen und hatte bloss 0,3 Grm. an Körpergewicht innerhalb der nächsten 24 Stunden verloren. Ich führte die Insektennadel am folgenden Tage von Neuem ein. Sie blieb vollkommen ruhig in den ersten 10 bis 20 Secunden und zeigte hierauf zwei Herzschläge an, denen zwei Athemzüge auf der Stelle folgten.

Das Herz klopfte 1¼ Minuten später 6 Mal während 45 Secunden. Dann folgte ein Athemzug, während dessen die Explorationsnadel keine Schwankung darbot. Dieses rührt in der Regel davon her, dass die Excursion der Athembewegung der Herzschwankung der Nadel entgegenwirkt. Man darf daher hieraus nicht auf die Ruhe der Kammern zurückschliessen. Ein Herzschlag kam in den letzten 15 Secunden der Minute nach.

Neun Minuten später zeigten sich zuerst zwei unmittelbar aufeinander folgende Herzschläge. Dann erschien eine Pause von 20 Secunden, nach ihr ein Herzschlag, hierauf ein Athemzug und endlich noch der Anfang eines Herzschlages vor dem Schlusse der Minute. Die Zahl der durch Pausen unterbrochenen Pulsationen stieg in der Folge auf 5 in der Minute. Die längste eingeschaltete Ruhezeit glich 20 Secunden. Das Thier hatte indessen keinen einzigen bemerkbaren Athemzug gemacht.

Ich liess es nun 26 Minuten lang ruhen. Die Nadel zeigte hierauf keinen Herzschlag während einer ganzen Minute an. Man kann natürlich nicht entscheiden, ob nicht dennoch eine äusserst schwache Herzbewegung, die nicht die Nadel verrücken konnte, vorhanden

war. Die Athmungsverhältnisse machen es sogar wahrscheinlich, dass das Herz nicht gänzlich ruhte. Alle Spur von Athembewegungen fehlte in den ersten 20 Secunden. Dann folgte eine sehr leise Ein- und Ausathmung, hierauf Ruhe während 30 Secunden und endlich wieder ein schwacher Athemzug.

Zwei Insektennadeln wurden in die Tiefe des Halses, da, wo der linke herumschweifende Nerv verläuft, eingestochen. Ihre, der Längsachse des Halses parallele Entfernung betrug ungefähr drei Centimeter. Die eine Nadel blieb in fortwährender Verbindung mit einem thätigen Magnetelektromotor, die andere dagegen wurde zur Schliessung benutzt. Die unipolare Wirkung hatte keinen Einfluss auf den Herzschlag oder die Athmung, die andere Elektrode mochte isolirt sein oder nicht.

War der Kreis durch die zweite Elektrode geschlossen, so folgte sogleich ein von einem Rasselgeräusche begleiteter tiefer Athemzug. Bald darauf griffen zwei langsame Herzschläge ein. Dann trat anhaltender Stillstand auf, so dass weder Herzschlag noch Athmung im Laufe einer ganzen Minute, während welcher der Magnetelektromotor wirkte, zum Vorschein kam.

Ich wiederholte den Versuch, nachdem ich das Thier ungefähr 5 Minuten in Ruhe gelassen hatte. Der tiefe schnarchende Athemzug kehrte auf der Stelle wieder. Man hatte in der Minnte unmittelbar nach der Unterbrechung des Kreises 8 durch längere Pausen wechselseitig geschiedene Herzschläge. Eine zweite Athembewegung folgte nach.

Nun wurde das Thier absichtlich noch mehr aufgeregt, so dass 9 Minuten nach dem letzten Versuche 15 Herzschläge und 5 Athemzüge auf die Minute kamen. So wie ich dann die Vagusgegend mit dem Elektromotor reizte, athmete das Thier zwei Mal hinter einander pfeifend, krümmte den Rumpf und bewegte die Beine ziemlich lebhaft. Die in das Herz gestochene Nadel stand so lange still, als die elektrischen Schläge durchgingen. Ich zählte in der Minute 16 Herzschläge und 5 Athemzüge unmittelbar nach der Unterbrechung der Verbindung.

Die dreimalige Wiederholung des gleichen Wechselversuches führte zu denselben Ergebnissen. Die rasselnde Einathmung und der

Stillstand des Herzschlages traten immer ein. Der Letztere überdauerte die Wirkung der galvanischen Ströme um einige Secunden.

Das Thier blieb nun 9 Minuten lang sich selbst überlassen. Der durch den Schluss des Kreises erzeugte Stillstand des Herzens hielt jetzt noch 10 Secunden nach der Oeffnung an. Man zählte hierauf 18 Herzschläge für die Minute.

Dieser Werth war zwei Minuten später auf 21 gestiegen. Das Murmelthier athmete zugleich 5 bis 6 Mal in 60 Secunden. Die dann eingeleitete Galvanisation führte zur Ruhe des Herzens. Sie überdauerte die elektrische Reizung um 5 bis 10 Secunden. Das Thier athmete nicht bloss am Beginne der Stromeswirkung tiefer ein, sondern bewegte auch mit Lebhaftigkeit die Beine, als wenn es aufstehen wollte. Ich zählte unmittelbar darauf 40 Herzschläge und 14 Athemzüge für 120 Secunden.

Ich führte jetzt zur Gegenprobe die eine Elektrode in den Mastdarm und stach die mit der anderen verbundene Nadel in den rechten Oberarm. Dieser zog sich sogleich zusammen. Allgemeine Körperbewegungen folgten bald nach. Das Herz aber liess sich in seinem Schlage nicht stören.

Die erstarrten Murmelthiere pflegen sonst unter dem Einflusse der elektrischen Reizung aufzuwachen. Das Exemplar, mit dem wir uns hier beschäftigen, machte eine Ausnahme hiervon. Obgleich ich noch später eine Versuchsreihe über den Einfluss des Galvanismus auf die Grösse der Pupille anstellte, war doch das Thier während der Beobachtung nicht erwacht und sogar wieder eine Stunde später fest eingeschlafen.

Es lag nach einer Reihe von Tagen halbtrunken und mit geschlossenen Augen da, regte sich nach der Einwirkung äusserer Reize und suchte sich dann selbst aufzustellen. Wir hatten mit einem Worte den Zustand, der dem automatischen völligen Erwachen, um Koth und Harn zu entleeren, vorangeht. Benutzte ich dann das Murmelthier zur Untersuchung des Herzschlages mittelst der Explorationsnadel, so fand ich :

Auf die Minute kommende Zahl der		Zahl der Herzschläge auf einen Athemzug.	Bemerkungen.
Herzschläge.	Athemzüge.		
52.	10.	5,2.	
38.	7.	5,4.	Hin und wieder aussetzend.
35.	—	—	
31.	12.	2,7.	

Als das Thier am folgenden Tage wieder eingeschlafen war, zeigte sich:

Auf die Minute kommende Zahl der		Zahl der Herzschläge auf einen Athemzug.	Bemerkungen.
Herzschläge.	Athemzüge.		
6.	2.	3.	4 bis 8 Secunden Ruhe zwischen je zwei Herzschlägen.
9.	1.	9.	1 bis 2 Minuten nach Einführung der Nadel.
6.	1.	6.	Nachdem sie eine Viertelstunde im Herzen gesteckt hatte.
6.	1.	6.	Nachdem sie sich seit einer halben Stunde im Herzen befand.

Man sah bisweilen in der Zwischenzeit einzelne schwach wellige Bewegungen der Bauchhaut statt der gewöhnlichen tiefen Athemzüge. Die Nadel war in diesen Versuchen so gestellt, dass sie eine schiefe Lage bei jedem stärkeren Athemzuge einnehmen musste. Während diese Lagenveränderung nach grösseren Pausen langsam eingriff, zeigte sie eine weit raschere Pendelbewegung in Folge des Herzschlages. Man bemerkte zugleich, dass ein ziemlich schneller Doppelschlag am Ende einer jeden Athmungsverrückung eintrat.

Ich wählte einige Wochen später einen Zeitpunkt, in welchem sich das Murmelthier in tiefster Winterersţarrung befand und liess die Explorationsnadel von 3 Uhr 1 Min. bis 4 Uhr 15 Min. im Herzen stecken. Der feste Schlaf wurde hierdurch nicht sichtlich gestört. Es ergab sich:

Secunde.	Minute.	Auf die Minute kommende Zahl der		Auf einen Athemzug kommende Zahl der Herzschläge.
		Herzschläge.	sichtbare tiefere Athemzüge.	
3.	3.	4.	2.	2.
3.	9.	4.	1.	4.
3.	24.	3.	1.	3.
3.	39.	2.	1.	2.
3.	54.	3.	0.	—
4.	9.	3.	0.	—
4.	12.	4.	1 sehr schwacher Athemzug.	4.

Die Nadelbewegung, die einem Herzschlage entsprach, war in der Regel im Anfange langsam. Dann folgte eine rasche Ortsveränderung längs einer Curve von doppelter Krümmung. Eine langsame Rückbewegung beschloss das Ganze. Da die Nadel immer in der Spitzengegend des Herzens steckte, so schien die erste Verrückung von der Systole der Vorhöfe oder des obersten Kammertheiles, die zweite von der verhältnissmässig schnelleren Zusammenziehung der ganzen Ventrikularmasse und die dritte von der langsameren Diastole herzurühren. Die Grösse der Zwischenpausen, während darin die Nadel gänzlich ruhte, betrug 5 bis 20 Secunden. Die Athemzüge blieben oft sehr lange aus. Man hatte z. B. eine ergiebige Athmung um 3 Uhr 52 Min. und hierauf Ruhe bis 4 Uhr 2 Min., wo eine schwache Einathmung begann. Eine zweite Pause dauerte von Neuem bis 4 Uhr $12^1/_2$ Min. Nun griff ein ziemlich tiefer Athemzug ein. Dann traten wieder Pausen von 10 Minuten im Maximum auf. Bei grosser Aufmerksamkeit kam es mir hin und wieder vor, als wenn sich eine äusserst schwache wellenförmige Bewegung der Bauchdecken einschaltete. Sie war aber so unbedeutend, dass ich ihre Existenz nicht mit Sicherheit verbürgen kann.

Als sich das Thier am folgenden Tage im tiefsten Winterschlafe befand, machte die Nadel erst $3^1/_2$ Minuten, nachdem sie in das Herz gestochen worden, die erste Bewegung. Man hatte dann unmittelbar darauf:

Stunde.	Minute.	Auf die Minute kommende Zahl der		Auf einen Athemzug kommende Zahl der Herzschläge.
		Herzschläge.	Athemzüge.	
2.	52.	3.	0.	—
2.	55.	3.	1.	3.
3.	5.	4.	2.	2.
3.	10.	3.	1.	3.

Ich führte einige Wochen später die Explorationsnadel um 3 Uhr 5 Minuten in das Herz ein, nachdem das Murmelthier 3 Tage lang sehr fest und den folgenden Tag etwas leiser geschlafen hatte.

Stunde.	Minute.	Auf die Minute kommende Zahl der		Auf einen Athemzug kommende Zahl der Herzschläge.	Bemerkungen.
		Herzschläge.	Athemzüge.		
3.	10.	5.	0.	—	Pausen der Herzschläge von 4 bis 13 Secunden.
3.	20.	20.	Ein Athemzug unmittelbar vor dem Anfange und ein zweiter 15 Secunden nach dem Ende der Minute.	—	
3.	30.	6.	1 kaum merklicher.	6.	Herzpausen von 5 bis 15 Secunden.
3.	40.	6.	0.	—	Herzpausen von 10 Secunden.

Stunde.	Minute.	Auf die Minute kommende Zahl der		Auf einen Athemzug kommende Zahl der Herzschläge.	Bemerkungen.
		Herzschläge.	Athemzüge.		
3.	50.	5.	0.	—	Erst 4 Minuten später ein schwacher Athemzug. Herzpausen von 10 Secunden.
4.	3.	3.	0.	—	
4.	10.	5.	0.	—	Dauer der Herzschläge 5 bis 8 Secunden und Dauer der Pausen 3 bis 20 Secunden.
4.	42.	4.	1 sehr schwacher.	4.	—

Da diese an zwei Thieren angestellten Versuchsreihen die Hauptpunkte, die mir im Ganzen durch Beobachtungen an noch anderen Exemplaren klar geworden, beispielsweise belegen können, so wollen wir jetzt nur noch die Athembewegungen selbst näher in's Auge fassen.

Ein fest schlafendes Murmelthier athmet längere Zeit gar nicht und macht hierauf eine tiefe Einathmung, wie man sie häufig an Thieren, die im Sterben liegen, wahrnehmen kann. Ist die Intensität der Erstarrung sehr gross, so kann man das Thier von einer Höhe von mehr als einem Meter auf einen harten Boden fallen lassen, so dass Extravasate entstehen, ein Knochen bricht u. dgl., ohne dass nothwendiger Weise ein Athemzug nachfolgt. Hat aber der Winterschlaf nicht den höchsten Grad seiner Stärke erreicht, so führt fast jede lebhafte äussere Erregung früher oder später zu einer tiefen Athembewegung. Diese erscheint und wiederholt sich um so leichter, je weniger tief der Schlaf ist. Die öftere Rückkehr selbst steht aber der Intensität der Erstarrung entgegen. Wir sehen deshalb häufig, dass allmälig an Frequenz zunehmende Athemzüge dem völligen Erwachen Stunden lang vorangehen. Thiere, die eine Operation während der Erstarrung aus-

gehalten haben, werden daher nach einiger Zeit aufgeweckt [1]). War der Schlaf von Anfang an intensiver und erreichte die Häufigkeit der Athembewegungen keinen hohen Grad, so kann sich der Sturm nach wenigen Stunden legen, so dass die tiefe Erstarrung ohne eingreifendes Erwachen wiederkehrt.

Es kommt, wie erwähnt, ausnahmsweise vor, dass man nur ein anhaltendes wellenartiges Wogen der Bauchdecken bemerkt, oder dass dieses einer tiefen Einathmung vorangeht. Es ist möglich, dass auch nicht sicher merkbare Spuren derselben Erscheinung in den sehr langen Pausen der Athembewegungen während der höchsten Erstarrungsgrade hin und wieder auftreten.

Ich habe die Athembewegungen in ähnlicher Art, wie die Herzschläge am Kymographion aufschreiben lassen. Projicirte ich dann die der Einathmung und die der Ausathmung entsprechenden Linien auf die Zeitabscisse, so bliebe die Zahl der Fälle, in denen der grössere Werth der Exspiration zukam, hinter denen, in welchen er der Inspiration angehörte, beträchtlich zurück. Diese Curven bezogen sich aber auf den leisen Winterschlaf. Das Verhältniss der Dauer der Einathmung zu der der Ausathmung glich 1,8 : 1 im Maximum und 0,8 : 1 im Minimum. Wer übrigens die bedeutenden Fehlerquellen solcher Aufzeichnungen kennt, wird kein Gewicht den durch sie gewonnenen Zahlen beilegen und sich mit dem allgemeinen Ergebnisse begnügen, dass meist während des Winterschlafes die Einathmung länger, als die Ausathmung anhält.

Die Gesammtmenge der Erfahrungen lehrte:

1) dass die Auscultation kein sicheres und von Störungen des Winterschlafes freies Hülfsmittel für die Erforschung der Zahl der Herzschläge abgiebt.

2) Man kann eine Explorationsnadel in den Spitzentheil der Kammern erstarrter Murmelthiere stechen, ohne dass diese erwachen. Es kommt vor, dass die Nadel erst mehrere Minuten (bis $3^1/_2$) nach ihrer Einführung den ersten Herzschlag anzeigt, so dass sie selbst nicht sogleich anregend wirkt. Eben so wenig bildet ein Athemzug

[1]) Diese Untersuchungen Band V. S. 270.

die nothwendige Folge des Eingriffes. Murmelthiere können mehr als 24 Stunden eine Nadel im Herzen tragen, ohne dass sie hierdurch geweckt werden. Man hat sogar Fälle, in denen der Schlaf im Laufe der Zeit fester wurde und deshalb die Menge der Herzschläge und der Athemzüge allmälig abnahm, z. B. von 21 Pulsen auf 9 bis 12 oder von 5 auf 3 in der Minute.

3) Urtheilt man nach der Anzeige der Nadelbewegungen, so dauert ein Herzschlag im tiefsten Winterschlafe länger, als während der leisen Erstarrung oder im wachen Zustande. Man hatte z. B. für die Zeitgrösse eines jeden Herzschlages ungefähr 10 Secunden bei 7 Herzschlägen und 1 bis 20 Athemzügen in der Minute, 5 bis 8 Secunden bei 5 Herzschlägen und keiner tieferen Athembewegung, 4 Secunden bei 15 und ein anderes Mal 3,5 Secunden bei 17, dann 0,85 Secunden bei 70, endlich 0,7 bis 0,8 bei 74 bis 84 Pulsschlägen und 26 bis 36 Athemzügen für die Minute. Die beiden letzteren Werthe beziehen sich auf den vollkommen wachen Zustand. Obgleich hiernach die Dauer der Herzschläge mit der Abnahme der auf die Zeiteinheit kommenden Menge derselben im Allgemeinen wächst, so stehen doch beide Grössen in keinem einfachen gegenseitigen Verhältnisse.

4) Bezieht man die Systole der Kammern auf die Formveränderung aus der Gestalt der Ruhe in die des Maximums der Zusammenziehung und die Diastole auf die vollständige Rückkehr aus jener in diese, so deuten die Bewegungen der Explorationsnadel und die am Kymographion aufgeschriebenen Curven an, dass bei den sparsameren Herzschlägen, die in dem tiefen oder dem ruhigen Schlafe auftreten, die Zeit der Systole kürzer, als die der Diastole ausfällt.

5) Dikrotische Schläge scheinen bisweilen, doch im Ganzen genommen selten nach Einführung der Nadel, bei tieferem und leiserem Schlafe vorzukommen.

6) Der Herzschlag kann, nach der Anzeige der Explorationsnadel, mehrere Minuten lang in dem tiefsten Winterschlafe ausbleiben. Es ist natürlich unentschieden, ob dann die Bewegungen

gänzlich mangeln oder so unbedeutend (und gleichsam peristaltisch?) waren, dass sie keine Ortsveränderung des Nadelknopfes herbeiführten.

7) Es kommt vor, dass sich die Nadel ruhig hält, wenn eine sichtliche tiefe Einathmung während der höchsten Erstarrungsgrade auftritt. Diese Erscheinung rührt nicht von dem Ausbleiben der Herzthätigkeit, sondern von der Interferenz der Bewegungsrichtungen her, welche der Herzschlag und die Athembewegungen der Nadel zu ertheilen suchen.

8) Erschütterungen des Tisches, auf dem das tief schlafende Murmelthier ruht, oder Benetzung der Fusssohlen mit Schwefelsäure können die Zahl der Herzschläge merklich vergrössern.

9) Die Herzschläge und die Athemzüge beantworten die Tetanisation der Halsvagi auch während des tiefen Winterschlafes. Man hat zuerst eine oder mehrere, mit Rasselgeräuschen verbundene Athembewegungen, dann ein paar Herzschläge, wenn sie früher fehlten und endlich fortwährenden Stillstand des Herzens und der Athmung während der ganzen eine Minute überdauernden Zeit, in welcher die elektrischen Schläge einen oder beide herumschweifende Nerven treffen. Die Ruhe des Herzens kann eine merkliche Zeit länger, als die Nervenerregung anhalten. Diese braucht nicht nothwendiger Weise später die Zahl der Herzschläge und der Athemzüge wesentlich zu vergrössern, wenn selbst die volle Wirkung der elektrischen Reizung eine Minute lang durchgegriffen hat. Gegenversuche lehren, dass alle diese Erfolge von dem Einflusse des Vagus, nicht aber von Stromesschleifen, die bis zum Herzen reichen, herrühren. Der lange Stillstand der beiden wichtigen Körperthätigkeiten stört nicht immer die Fortdauer des tiefen Winterschlafes.

10) Der Herzschlag und die Athemzüge zeigen nicht die gegenseitige Abhängigkeit, die man von vorn herein erwarten dürfte. Liegt das Thier in tiefem Erstarren, so kann die Explorationsnadel bis 6 Herzschläge in der Minute angeben, ohne dass indessen eine sichtliche Athembewegung eingreift. Man findet, dass dann oft die Athmung Minuten lang stockt, hierauf mehrere Herzschläge rasch auf einander folgen und eine Athembewegung unmittelbar hernach zum

Vorschein kommt, so dass hier der Wechsel der noch nicht wieder durchgreifend erfrischten Blutmasse die Respiration anregt. Es kommen aber auch die umgekehrten Fälle und zwar im Ganzen häufiger vor. Die Athmung beginnt das Spiel und die Herzthätigkeit folgt nach, ungefähr wie wir bei der Einleitung der künstlichen Respiration häufig sehen. Fast immer tritt ein Herzschlag am Ende eines Athemzuges auf.

11. Das gegenseitige Verhältniss der auf die Zeiteinheit zurückgeführten Werthe der Mengen der Herzschläge und der Athemzüge kann keine einfachen Beziehungen unter diesen Verhältnissen andeuten. Der tiefe Schlaf bietet oft den Fall dar, dass man 1 bis 6 Herzschläge und keinen Athemzug in der Minute bemerkt. Hat man aber beide Thätigkeiten innerhalb einer solchen Zeiteinheit, so kann die Durchschnittszahl der auf einen Athemzug kommenden Herzschläge zwischen 1,8 und 9 liegen, ohne dass sich aus diesen Grössen auf den Zustand des Thieres zurückschliessen liesse. Wir finden z. B. das Maximum 9 einerseits in ziemlich tiefem Schlafe bei 9 Herzschlägen und einer Athembewegung und anderseits bei leiser Erstarrung mit 18 Pulsen und 2 Athmungen. Das Minimum 1,8 entsprach dem völlig wachen Zustande im Frühjahr, wenn das Herz den Werth 72 und die Respiration 39 darbot. Da aber die tiefe Erstarrung häufig den Fall zeigt, dass das Thier zwei Herzschläge und eine Athembewegung in der Minute liefert, so kommen wir fast zu dem gleichen Ergebnisse unter den ganz entgegengesetzten Nebenbedingungen.

12) Die Einathmung dauert in der Regel in den höheren Erstarrungsgraden länger, als die Ausathmung. Man hat dann meist eine kürzere oder längere Ruhezeit zwischen je zwei Athemzügen. Es kommt jedoch auch vor, dass mehrere der letzteren unmittelbar auf einander folgen, ehe eine Pause von beträchtlicherer Zeitgrösse eintritt. Sehr schwache wellenförmige Bewegungen der Bauchdecken können in tiefstem Winterschlafe auftreten. Sie zeigen sich auch bei leisen Erstarrungsgraden unter regelwidrigen Verhältnissen, in gesunden Thieren dagegen nur ausnahmsweise. Alle merklichen Athembewegungen beiderlei Art können mehr als 10 Minuten während der höchsten Erstarrungsgrade ausbleiben.

§. 18.

Arterieller Blutdruck.

Um die Thiere dem hier nöthigen lebensgefährlichen Eingriffe erst nach anderweitiger Benutzung auszusetzen, stellte ich diese Versuche am Schlusse der Winterschlafszeit an Exemplaren an, die noch eine beträchtliche Fettmenge besassen, mithin nicht durch den langen Nahrungsmangel bedeutend heruntergekommen waren. Die Operation stört natürlich die Tiefe der Erstarrung in hohem Grade. Man muss daher zufrieden sein, wenn man die Grösse des arteriellen Blutdruckes während des ruhigen oder leisen Schlafes bestimmen kann.

Ich legte die gemeinschaftliche Halsschlagader an einer Seite rasch bloss und brachte drei Unterbindungsfäden in möglichst beträchtlichen wechselseitigen Entfernungen an. Die unterste wurde auf einem Unterbindungsröllchen von Filtrirpapier, wie ich es früher schon bei Kaninchen gebrauchte und überhaupt für kleinere Thiere statt der hier leicht einreissenden Klemmpincetten empfehlen kann, zugeschnürt. Man schlitzte dann die Schlagader in der Mitte auf, führte die geknöpfte Kanüle ein die man später mit dem Manometer in Verbindung brachte, und benutzte die mittlere Ligatur zur Befestigung des Rohres. Nun wurde das Röllchen der unteren Unterbindung herausgezogen und so der Eintritt des Blutes in das System der Zwischenröhren möglich gemacht. Die Lösung von unterkohlensaurem Natron ward nur in der ersten Beobachtung lauwarm, sonst hingegen kalt angewendet.

Glückt der Versuch, so verliert das Thier nur ein paar Tropfen Blutes bis zur Zeit, wo diese Flüssigkeit in die mit dem Manometer zusammenhängenden Hohlröhren eintritt. Die schwache Gerinnbarkeit des Blutes gestattet eine sehr lange Beobachtungsdauer.

I. Das mit E bezeichnete Murmelthier der siebenten Abtheilung dieser Beiträge diente zu einer doppelten Prüfung. Die zwei Tage später vorgenommene Leichenöffnung lehrte, dass noch verhältnissmässig viel Fett in der Bauchhöhle vorhanden war. Die Fortsetzungen der Winterschlafdrüse gingen zu beiden Seiten der Wirbelsäule längs der ganzen Brusthöhle hinab, obgleich der Versuch den 16.

April angestellt wurde. Das Körpergewicht hatte den Tag vorher 1,639 Kilogram ausgemacht.

Das Thier bewegte sich hin und wieder während der Operation und nach derselben, öffnete aber nie die Augen und kam aus dem Zustande des leisen Schlafes nicht heraus. Das Maximum der beobachteten Blutspannung betrug 53 Mm. Quecksilber. Die systolische Hebung glich 2 bis 8 Mm. Eine nachträgliche Blutung zwang die Prüfung aufzugeben. Das Murmelthier wog nur noch 1,600 Kilogram $2^1/_2$ Stunden nach dem Anfange des Versuches.

Nachdem die Blutung durch neue Unterbindungen bewältigt und das Halstheil der linken sympathischen Nerven durchschnitten worden, nähte man die Halswunde zu. Das Murmelthier kam aus seinem leisen Schlafzustande nicht heraus, athmete aber mit Schleimrasseln.

II. Ich fand es am folgenden Tage, $17^1/_2$ Stunden nach dem Versuche, ungefähr in demselben Zustande, wie unmittelbar nach dem Zunähen der Halswunde. Es lag in leisem Schlafe oder Schlaftaumel eingerollt da, hielt die Augenliedspalte geschlossen, streckte die Beine asymmetrisch und stand nur mit Mühe und für kurze Zeit, wenn man es auf den Boden setzte, ging aber nicht weiter und öffnete auch nicht die Augenliedspalte. Bedenkt man, dass andere Murmelthiere, an denen ich kleinere Operationen gemacht hatte, immer vollkommen erwacht am folgenden Tage gefunden wurden, so kommt man zu der Vermuthung, dass der vorangegangene Blutverlust die Abweichung im vorliegenden Falle herbeigeführt hatte.

Der Manometerversuch, den ich dann anstellte, gelang so vollständig, dass die Quecksilbersäule des Blutkraftmessers, die Schwankungen des arteriellen Blutdruckes $66^1/_2$ Minuten ununterbrochen und zwar bis zum letzten Herzschlage des Thieres angab. Nur der ohne Krämpfe eingetretene Tod unterbrach die Beobachtung. Man sah noch zuletzt keine Spur von Gerinnung in der Flüssigkeitsmasse, die zwischen der Halsschlagader und dem Quecksilberspiegel des absteigenden Manometerschenkels eingeschaltet war.

Die systolischen Hebungen wichen nur in engen Grenzen während der ganzen Versuchsdauer ab. Desto stärker waren die Unterschiede, welche die tiefen Ein- und Ausathmungen herbeiführten. Sie

konnten noch bis weniger als 2 Minuten vor dem Tode verfolgt werden. Die Fehlergrenzen der Ablesung betrugen ± 0,25 Mm., folglich ± 0,5 für den berechneten Blutdruk.

Man hatte:

Beobachtungszeit.		Blutdruck der gemeinschaftlichen Halsschlagader in Mm. Quecksilber.		Zahl der systolischen Hebungen in 15 Secunden.	Bemerkungen.
Stunde.	Minute.	Grenzen der Athmungsschwankung oder Druck überhaupt.	Ungefährer Werth der systolischen Steigung.		
9	20	70	—	—	—
	21	74 bis 106	1,5	—	—
	23	88 bis 100	1,5	—	—
	24	—	1,5	—	—
9	25	86 bis 106	1,5 bis 2,0	—	—
	27	85 bis 90	1,5	—	—
	29	84 bis 88	1,6 bis 1,8	—	—
	31	84 bis 92	1,5	—	—
	33	92 bis 116	1,0 bis 1,6	—	—
	$34^1/_2$	86 bis 102	—	—	—
	35	93,5	—	—	—
	36	84 bis 88	—	—	—
	$36^1/_2$	76,5	—	—	—
	37	85,5 bis 92	—	—	—
	$37^1/_2$	72 bis 86	1,5	—	—
	38	—	—	11	—
	39	58 bis 60	1,5	—	—
	$39^3/_4$	—	—	20	—
	41	56 bis 57	1,5	—	—
	42	64	1,5	—	—

Beobachtungszeit.		Blutdruck der gemeinschaftlichen Halsschlagader in Mm. Quecksilber.		Zahl der systolischen Hebungen in 15 Secunden.	Bemerkungen.
Stunde.	Minute.	Grenzen der Athmungsschwankung oder Druck überhaupt.	Ungefährer Werth der systholischen Steigung.		
	43	63 bis 86	1,5	18	Sinkt von 86 bis 58 Mm.
	44	58	1,5	=	während 60
	45	58 bis 66	1,5	—	und steigt v. 62 bis 68 Mm.
	46	62 bis 86	1,5	—	während 32.
	47 1/2	57 bis 86	—	—	systolischen Hebungen.
	51	—	—	15	—
	52 1/2 bis 54	62 bis 88	1,0 bis 2,0	—	—
	54 1/4	88 bis 100	—	—	geht v. 88 bis 100 während
	55 1/2	61	1,5	—	60systolisch. Hebungen.
	57	80	1 bis 1,5	—	—
10	0	56 bis 79	—	14	während 62 Herzschläge.
	1	56 bis 82	1,5	—	—
	2 1/2 bis 3 1/2	40 bis 82	—	—	während 51 Herzschläge
	4	—	—	22	—
	5 1/2	33	1,0 bis 1,5	—	—
	6	33 bis 48	—	—	—
	6 1/2	—	—	12	—
	7	24	1,5	—	—
	7 1/2	—	—	12	—
	8 1/2	37	—	—	—
	9 1/4	40	1,5	—	—
	11	34	—	—	—
	11 3/4	—	—	11	—

Beobachtungszeit.		Blutdruck des gemeinschaftlichen Halsschlagader in Mm. Quecksilber.		Zahl der systolischen Hebungen in 15 Secunden	Bemerkungen.
Stunde.	Minute.	Grenzen der Athmungsschwankung oder Druck überhaupt.	Ungefährer Werth der systolischen Steigung.		
10	12½	32	—	—	—
	13	30	—	—	—
	13½	—	1,5	14	—
	14½	27	—	—	—
	15	—	1,5	12	—
	16	26	1,5	—	—
	16½	25	—	—	—
	16¾	—	1,5	12	—
	17½	30	—	—	—
	18	26	I,5	—	—
	19	—	—	12	—
	19¼	22	—	—	—
	19½	—	1,0	—	—
	20	19	1,0 bis 1,4	—	—
	20½	—	—	17	—
	21	20	1,0	—	—
	22	19	weniger als 1,0	—	—
	24	10	1,0 bis 1,4	—	—
	24½	—	—	12	—
	25	10	1,0	—	—
	26¼	1 bis 2	—	—	—
	26½	—	1,0 bis 1,5	3	Ruhiger Tod des Thieres.
	27	—	—	—	

Die im Verhältniss zu den Gesammtwerthen grösseren Parallaxenfehler und die durch die Trägheit des Quecksilbers bedingten Störungen machen die für die systolische Hebung gefundenen Zahlen unzuverlässiger, als die übrigen verzeichneten Druckwerthe. Man sieht aber dessenungeachtet, dass die systolischen Hebungen während des

grössten Theiles der Versuchszeit ziemlich beständig blieben und nur in den letzten Lebensaugenblicken vorherrschend kleiner erschienen, jedoch selbst dann noch für Augenblicke bis zur früheren Höhe emporgingen. Die fortwährende Abnahme der absoluten Druckgrössen während des allmäligen Absterbens des Thieres ergiebt sich aus der Tabelle ohne Weiteres. Die Spannung betrug zuletzt nur 10 und am Ende sogar nur 1 bis 2 Mm., zum Beweise, das der Drucküberschuss des Schlagaderblutes durch Ausgleichung mit den Druckgrössen des Inhaltes der Haargefässe und der Blutadern allmälig verloren geht, wenn nicht die rasch folgenden kräftigen Herzschläge die nöthige Ergänzung möglich machen. Die zuletzt verzeichneten Werthe beantworten die Frage der sogenannten Spannung des ruhenden Blutes.

III. Ein Murmelthier von 2,6 Kilogr. Körpergewicht, das noch bedeutende Fettmassen enthielt, wurde zu einem Manometerversuch in der letzten Hälfte des Märzes benutzt, um die Druckcurven mittelst des Kymographions aufschreiben zu lassen. Man arbeitete an der rechten gemeinschaftlichen Halsschlagader. Es bestätigte sich auch hier, was schon bei den frühern Versuchen bemerkt worden. Ich verfolgte die Erscheinungen 24 Minuten lang und unterbrach hierauf die Beobachtung nur aus äusseren Gründen. Das Blut, das dann zur Canüle hervortrat und später in der Tiefe der Wunde ausfloss, war noch vollkommen flüssig und hellroth. Das Thier befand sich im festen Schlafe, es erwachte weder während der Operation, noch zur Zeit, als das Manometer spielte, und endlich nicht, nachdem die Halswunde zugeheftet worden, und athmete nach längeren Pausen tief ein. Nachdem ich die Verbindung mit dem Manometer um 2 Uhr 50 bis 51 Minuten hergestellt hatte, zeigte sich:

Zeit.		Grösste Spannung in
Stunde.	Minute.	Millimeter Quecksilber
2	51	72
2	54	106
2	57	86

Zeit.		Grösste Spannung in
Stunde.	Minute.	Millimeter Quecksilber.
2	59	71
3	1	63
3	9	32
3	14	16

Obgleich zuletzt der Druckwerth so tief heruntergegangen war und das Thier nachher eine bedeutende Blutmenge durch das Abgleiten eines Unterbindungsfadens verloren hatte, so krümmte es sich doch eine Viertelstunde nachher nach äusseren Erregungen sehr lebhaft, athmete von Zeit zu Zeit tief ein, lag aber sonst immer schlaftrunken da. Dieser Zustand hielt bis Abends nach 9 Uhr an. Das Murmelthier war am folgenden Morgen erwacht, richtete sich, wenn man es reizte, auf und pfiff auf das Lebhafteste, athmete aber sonst mit Rasselgeräusch.

Fig. I. giebt eine Probe der Pulscurven, die ich erhalten habe. Der Cylinder des Kymographion brauchte 150 Secunden, um sich ein Mal um seine Achse zu drehen. Die Peripherie seines Querschnittskreises oder die Gesammtlänge der Zeitabscisse betrug 180 Millimeter. Da die Curven nach einer auf Pausepapier durchgezeichneten Skizze in dem Holzschnitte wiedergegeben worden, mithin die natürliche Grösse haben, so können alle Maasswerthe der hier mitgetheilten Abbildung vom Leser entnommen und verwerthet werden.

Die Pfeile zeigen die Richtung, in welcher die Curven aufgeschrieben werden, so dass *a*, *c*, *e*, *g* und *i* die entsprechenden Anfänge und *b*, *d*, *f*, *h*, *k* die Enden bezeichnen. *cd* und *ef* sind unmittelbare Fortsetzungen einer und derselben Curve, daher sich *d* an *e* unmittelbar anschliesst. Die beigeschriebenen Zahlen 6, 10 und 18 geben die in Minuten ausgedrückte Zeit an, die seit dem Anfange des Versuches bis zum Augenblicke des Aufzeichnens der Curve verflossen war.

Das Herz schlug 8 bis 9 Mal in 15 Secunden, als *ab*, und 9 bis 10 Mal, als *cd* und *cf* angeschrieben werden.

Die Curven bestätigen, dass die Grösse der systolischen Hebungen so ziemlich gleich blieb, so lange nicht der Blutdruck allzutief gesunken war. Ihr absoluter Werth oder die doppelte Höhe der aus der Abbildung sich ergebenden Senkrechten, die von dem höchsten Punkte nach der Zeitabscisse gezogen wird, beträgt hier 5 bis 6 Mm. Viele Linien zeigten die in *ik* hervorgehobene Eigenthümlichkeit, dass sich ein nahezu wagerechter Abschnitt *nm* zwischen dem Maximum der systolischen Hebung und dem Beginne der diastolischen Abflachung einschaltete, als wenn die höchste Spannung eine Zeit lang mit ziemlicher Beständigkeit ihrer Grösse angehalten hätte. Ob man aber hier eines der vielen Trugbilder solcher Curvenzeichnungen vor sich hatte, bleibt dahingestellt.

Man sieht in fast allen Abschnitten von *ab*, *cd* und *ef*, dass die systolische Hebung in der Regel kürzer als die diastolische Senkung dauerte. Fälle, in denen diese fast das Doppelte der für die Erstere nöthigen Zeit in Anspruch nahm, gehörten nicht zu den Seltenheiten.

Der Unterschied, ob das Thier ruhig liegt oder nach längeren Pausen tief athmet, verräth sich auch sogleich in den Curven des arteriellen Blutdruckes, weil dieser stossweise von Zeit zu Zeit in die Höhe geht. Man hat solche ausgezeichnete Stellen in *op*, *qr*, *st*. Wollte man auch die Athmung und den Blutdruck gleichzeitig aufschreiben lassen, so würde man immer noch keinen sicheren Aufschluss über den zeitlichen Anfangspunkt der einzelnen Athmungsacte und ihre Beziehung zur Blutspannung erhalten. Die blosse Betrachtung der Blutcurven dagegen reicht allein schon hin, eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit nachzuweisen. Wir wissen, dass die Einathmung den arteriellen Blutdruck der wachen Geschöpfe herabsetzt und die Ausathmung ihn erhöht. Da die Curven in der Richtung der hinzugezeichneten Pfeile angeschrieben wurden, so liesse sich erwarten, dass eine bedeutende Abnahme des Druckes vor der Erhöhung auftreten werde. Dieses ist zwischen *r* und *c* gar nicht der Fall. *pw* und *ty* dagegen stimmen darin überein, dass die Senkung geringer ausfällt und weit kürzere Zeit dauert, als die Athmungshebung *po* und *st*. Man kann sich diese Erscheinung, wie ich glaube, ziemlich einfach erklären.

Bedenken wir, dass die Athemzüge erst nach längeren Ruhepausen eingreifen, so werden sie auf den Blutdruck in doppelter Hinsicht wirken. Die Mechanik der Brusterweiterung erniedrigt ihn. Der von Neuem eingeleitete Erfrischungsact des Blutes dagegen wird die Kammerverkürzung kräftiger machen und so die Blutspannung der Schlagadern vergrössern, wie man ja auch bei dem Absterben des Herzens nach der Einleitung der künstlichen Athmung sehen kann. Wir haben also zwei einander entgegenarbeitende Einflüsse, deren Resultante von dem Grössenwerthe jedes Einzelnen abhängt. Wirkt das erfrischte Blut sogleich kräftiger auf das Herz, so entspricht dieses den Verhältnissen, welche die Curven anzeigen. Die Stärkung der Herzthätigkeit wird in *cd* rascher als in *ab* und *ef* durchgegriffen haben.

Hält man diese Anschauungsweise fest, so folgt, dass wir nicht nothwendig *p, r, t* mit dem Anfange der Ausathmung zusammenfallen lassen dürfen. Es ist möglich, dass die Krafterhöhung der Herzthätigkeit eine absolute Erhöhung des Blutdruckes schon während der Einathmung herbeiführt. Hat die gesammte Athembewegung aufgehört und bleibt die Spannung höher, als sie vor derselben war, wie es *svu* im Vergleich zu *ey* zeigt, so hat man hierin einen unmittelbaren Beweis, dass die Erfrischung der Blutmasse die Herzthätigkeit nachhaltig kräftigte.

Vergleichen wir die Curvenstücke *op* und *st* unter einander, so sehen wir in dem letzteren auf das Deutlichste, wie die allmälige Druckvergrösserung der diastolischen Senkung entgegenwirkt, eine Erscheinung, die sich ja auch in den Blutdruckcurven wacher Thiere oft genug verräth. Der bei γ befindliche Abschnitt ist die Resultante der diastolischen Abnahme und des Sinkens der Blutspannung, die jetzt in dem gleichen Sinne eingreifen. Der Theil $\alpha\beta$ dagegen zeigt uns, wie die Combination des Beginnes der Abnahme des Druckes mit den verschiedenen Momenten der Herzthätigkeit gleichsam nur ein geringes Schwanken um eine hohe Gleichgewichtslage für kurze Zeit herbeiführte.

Die Curve *gh* versinnlicht das Absterben der Herzthätigkeit, als der arterielle Blutdruck bis auf 32 Mm. gesunken war. Man sieht

die Folgen der einzelnen schwachen Stösse und einer tiefen Athembewegung. Ein waches Säugethier, das eine solche Curve geliefert hätte, wäre in wenigen Minuten todt gewesen. Obgleich sogar zuletzt der Blutdruck auf 16 Mm. heruntergegangen war, so lebte doch das Thier, wie schon erwähnt, am folgenden Tage und pfiff, dass man es weit hören konnte. Es starb erst 48 Stunden später.

Wir sehen aus diesen Beobachtungen:

1) dass die anhaltend flüssige Beschaffenheit, welche das Blut der Murmelthiere am Ende der Erstarrungszeit darbietet, die lange Dauer der mit dem Blutkraftmesser anzustellenden Beobachtungen in hohem Grade begünstigt. Man kann auf diese Art die Werthe der arteriellen Blutspannung länger, als eine Stunde und zwar bis zum letzten Augenblicke des Lebens verfolgen.

2. Der diesen Beobachtungen vorangehende operative Eingriff stört natürlich die Tiefe der Erstarrung, so dass man sich mit dem Studium der leisen Schlafzustände begnügen muss. Diese lehrten, dass die Spannung des Blutes in der gemeinschaftlichen Halsschlagader bedeutend geringer, als in wachen Geschöpfen von gleicher Grösse ist. Wir haben 53 Millimeter Quecksilber als Minimalzahl. Da nun die Druckgrössen mit der Vermehrung der Menge der Herzschläge und der Athemzüge unter sonst nicht ungünstigen Einflüssen steigen, so werden wir schliessen, dass sie noch weit kleiner in dem tiefsten Erstarrungszustande sind. Bleibt in diesem der Herzschlag Minuten lang aus, so ist Zeit genug vorhanden, dass sich der Ueberschussdruck des Schlagaderblutes mit der Spannung der anderen Blutmassen grösstentheils ausgleicht. Ein später eingreifender Herzschlag wird aber nicht im Stande sein, die ganze Höhe der Spannung, die wir in wachen Thieren finden, sogleich herbeizuführen. Wir dürfen daher erwarten, dass der tiefe Winterschlaf unmittelbar nach den seltenen Herzschlägen Druckwerthe des Arterienblutes darbietet, welche die hohen Drucke wacher Geschöpfe nicht erreichen, und dass die Spannungsgrösse mit der Zeit abnimmt, bis eine neue Kammerzusammenziehung auftritt.

3. Die leisen Schlafzustände, die Anfangs 70 bis 72 Mm. als Spannungsgrössen des Carotidenblutes darboten, zeigten systolische

Hebungen von 2 bis 6 Millimeter Quecksilber. Die einmal vorhandenen Werthe von 2 bis 3,6 Mm. in dem einen und von 5 bis 6 Mm. in dem anderen Thiere, blieben so ziemlich gleich während der ganzen Versuchsdauer. Nur die letzten Lebenszeiten lieferten vorherrschend niedere Werthe. Die schwächsten Herzschläge gaben aber noch 2 bis 3 Millimeter.

4. Die absoluten Grössen der Blutdrucke sanken bedeutend im Laufe der Versuchszeit. Das erste Thier, welches mit 70 Millimeter begann und später ein Maximum von 116 Millimeter darbot, zeigte eine fortwährende Abnahme bis zum Eintritte des Todes. Nachdem sich ein Druck von 10 Mm. längere Zeit erhalten hatte, bemerkte man nur eine Spannung von 1 bis 2 Mm., ehe die drei letzten Herzschläge auftraten. Wir sehen hieraus, dass der arterielle Blutdruck mit der Abnahme der Kraft des Herzens bis auf eine geringe Grösse herabgeht. Die sogenannte Spannung des ruhenden Blutes kann daher höchstens einen solchen Minimalwerth darbieten. Ebenso sanken allmälig die Druckgrössen des zweiten Thieres von 72 durch 106 auf 16 Millimeter.

5. Ein waches Säugethier, dessen Blutdruck zu dieser letzteren Grösse herabgekommen, würde in kurzer Zeit gestorben sein. Das Murmelthier dagegen, das überdies eine bedeutende Blutmenge durch eine Nachblutung verloren hatte, lag mehr als 6 Stunden im Schlafe, war am folgenden Tage erwacht und noch so kräftig, dass es sich rasch aufrichtete und auf das Lebhafteste pfiff, ein Beweis von Lebenszähigkeit, wie sie andere Säugethiere kaum besitzen.

6. Bietet das erstarrte Geschöpf nur einzelne tiefe durch lange Pausenzeiten geschiedene Athemzüge dar, so sieht man auch den Absolutwerth des arteriellen Blutdruckes stossweise emporgehen. Die Grösse dieser Athmungsschwankungen betrug 32 bis 42 Millimeter unter günstigeren Verhältnissen. Die erstere Zahl zeigte sich Anfangs bei einem absoluten Werthe von 74 Millimeter, der also auf 106 Mm. stieg und das Maximum sogar bei 40 Mm., die auf 82 Mm. emporgingen. Man sieht hieraus, dass der beträchtlichste Umfang der Athmungsschwankung bei einem schon kleinen absoluten Druckwerthe vorkam.

7. Die aufgeschriebenen Curven lehren, dass die tiefe Einathmung nicht mit einer entsprechenden Abnahme des arteriellen Blutdruckes verbunden ist, dass sie sogar bald von einer Erhöhung desselben begleitet sein kann. Man vermag sich diese, den gewöhnlichen Verhältnissen der wachen Geschöpfe entgegengesetzte Erscheinung leicht zu erklären, wenn man annimmt, dass die Erscheinung des Blutes sogleich das Herz kräftigt und dieses Moment die herabsetzenden Wirkungen des negativen Einathmungsdruckes mehr als ausgleicht.

8. So lange die Herzschläge langsamer bleiben, dauert die systolische Hebung kürzer als die diastolische Hebung. Die Letztere nahm häufig das Doppelte der Zeit in Anspruch. Es kam vor, dass die diese beiden Erscheinungen wiedergebende Curve nicht spitz nach oben zu auslief, sondern einen wagerechten Abschnitt darbot, der einer Zeit gleichbleibenden Druckes entsprechen würde, wenn nicht ein unbemerkter störender Nebenumstand ein Trugbild erzeugt hat.

9. Die durch einen tiefen Athemzug bedingte Druckerhöhung kann theilweise nach dem Aufhören desselben eine Zeit lang zurückbleiben. Man hat aber auch den Fall, dass die Spannung sogleich zu ihrer früheren Grösse abfällt oder sogar tiefer, als sie vorher war heruntergeht.

III.

Darf man Urin, in welchem der Zucker quantitativ bestimmt werden soll, vorher mit Bleiessig ausfällen?

Von Prof. Ernst Brücke [1]).

In einem Aufsatze über die Glykosurie der Wöchnerinnen, der am 15. Mai 1858 in Wittelshöfer's medicinischer Wochenschrift erschien, habe ich ein Verfahren angegeben, den Zucker im Urin mittelst Bleiessig und Ammoniak aufzusuchen. Es besteht im Wesentlichen darin, dass ich den Harn erst mit einer concentrirten Lösung von Bleizucker ausfälle, dann dem Filtrat Bleiessig so lange zusetze, als noch ein Niederschlag entsteht, wieder filtrire und endlich mit Ammoniak fälle. Mit diesem letzten Niederschlage, der sich in Kalilösung, besonders in der Wärme, in ziemlicher Menge löst, stelle ich entweder direct die Kali-, Kupfer- und Wismuthprobe an, oder ich zersetze ihn erst mittelst einer kalten wässerigen Lösung von Oxalsäure, filtrire und benutze dann das Filtrat zu den anzustellenden Proben. Das Letztere ist im Allgemeinen vorzuziehen und ich habe nur deshalb die Proben auch mit der alkalischen Lösung des Niederschlages selbst angestellt, um mich zu überzeugen, dass der Zucker bereits fertig gebildet darin enthalten ist, und nicht etwa durch Einwirkung der Oxalsäure auf Schunk's indigobildende Substanz entsteht. In diesem Aufsatze heisst es unter anderm: „Ich fand, dass auch bis-

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

weilen schon der durch basisch essigsaures Bleioxyd ohne Zusatz von Ammoniak hervorgebrachte Niederschlag zuckerhaltig ist.“

Ferner habe ich in der Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte zu Wien unter dem 20. September 1858 einen Aufsatz über Harnzuckerproben abdrucken lassen, in dem ich auch eine Methode zur quantitativen Bestimmung des Zuckers angab. Da, wo von der Vorbereitung des Urins für die letztere gehandelt wird, heisst es: „Fehling hat vorgeschlagen, den Harn vor Anstellung der Kupferprobe mittelst Bleiessig auszufällen, aber dies Verfahren ist unbrauchbar, denn ich habe mich oftmals überzeugt, dass dabei auch ein grösserer oder geringerer Bruchtheil des Harnzuckers mit niedergeschlagen wird.“ Ich glaube diese meine Angabe der Empfehlung eines ausgezeichneten Chemikers gegenüber näher begründen zu müssen.

Wenn ich mich nur darauf stützte, dass aus jenem Niederschlage Lösungen erhalten werden können, die sich, mit Kali gekocht, tiefer gelb färben und kleine Mengen von Kupferoxyd und Wismuthoxyd reduciren, so könnte man leicht glauben, dass dies eben nicht durch Zucker, sondern durch irgend eine oder mehrere andere Substanzen geschehe; ich habe aber, wie ich sogleich zeigen werde, andere und schlagendere Thatsachen in Händen.

Ich fällte den Urin eines diabetischen Mannes zuerst mit concentrirter Bleizuckerlösung, dann das Filtrat mit einer Lösung von basisch essigsaurem Blei. Der Niederschlag liess sich mit Wasser, auch mit ausgekochtem, nur unvollständig auswaschen, indem die Flüssigkeit nach einiger Zeit trüb durch's Filtrum ging. Mit Kochsalzlösung dagegen liess er sich so weit auswaschen, dass die klar abtropfende Flüssigkeit mit Kali versetzt und gekocht zwar noch gelblich gefärbt wurde, aber sehr bald wieder vollständig erblasste, eine Erscheinung die, wie Bödeker in seinem Aufsatze über das Alkapton (Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin VII, 127) mit Recht bemerkt, anzeigt, dass nur Spuren von Zucker vorhanden sind, indem bei grösseren Zuckermengen die gelbe oder braune Farbe erhalten bleibt.

Ich schüttete nun den Niederschlag in eine Schale und fügte unter fleissigem Umrühren nach und nach so viel von einer kalten

wässerigen Lösung von Oxalsäure hinzu, dass eine filtrirte Probe durch weiteren Zusatz von Oxalsäure nicht mehr gefällt wurde. Dann filtrirte ich das Ganze.

Das Filtrat färbte sich beim Kochen mit Kali braun und reducirte so grosse Mengen Kupfer- und Wismuthoxyd, wie dies nie beobachtet wird, wenn man dieselbe Procedur mit dem Urine eines gesunden Mannes vornimmt.

Schon hieraus musste man schliessen, dass der Niederschlag Zucker enthalten habe, wenn man nicht annehmen wollte, dass im Urin des betreffenden Kranken ausser dem Zucker noch eine zweite Substanz, die alle jene Reactionen mit dem Zucker theilte, in ungewöhnlicher Menge angehäuft sei, eine Annahme, die sicher keine grosse Wahrscheinlichkeit für sich hatte.

Eine zweite Urinportion desselben diabetischen Mannes wurde in derselben Weise erst mit Bleizuckerlösung ausgefällt und dann das Filtrat mit Bleiessig niedergeschlagen. Das so erhaltene Präcipitat wurde zuerst auf dem Filtrum mit destillirtem Wasser gewaschen, bis die abtropfende Flüssigkeit trüb erschien, dann wickelte ich es in mehrfache Lagen von Fliesspapier ein, das erneuert wurde, so oft es durchfeuchtet war, endlich brachte ich das Ganze in eine starke Schraubenpresse und presste es trocken ab.

Von dem so behandelten Bleiniederschlage nahm ich zwei gleich grosse Proben; die eine rührte ich mit destillirtem Wasser an, die andere mit demselben Volum einer verdünnten Lösung von Oxalsäure. In letzterer wurde deutlich die Zerlegung der gelblich weissen Bleiverbindung in schneeweisses oxalsaures Bleioxyd und in sich lösende Stoffe beobachtet, welche die Flüssigkeit gelblich färbten. Diese Flüssigkeit bräunte sich mit Kali und war stark reducirend, das von der andern Probe abfiltrirte Wasser aber zeigte nur schwache Zuckerreactionen. Das Resultat dieses Versuches entsprach also ganz dem vorhergehenden.

Nun zerlegte ich den ganzen Rest der Bleiverbindung durch Oxalsäurelösung, filtrirte, sättigte das Filtrat durch feinvertheilten kohlensauren Kalk, der durch Fällung einer Chlorcalciumlösung mit kohlensaurem Natron erhalten war, filtrirte und füllte das Filtrat mit

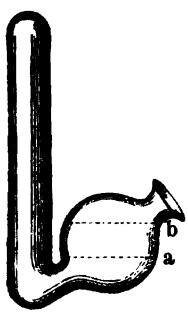
Hefe vermischt, in eine Schrötter'sche Gaseprouvette [1]), in der es lebhaft zu gähren begann, während eine andere Gaseprouvette, mit derselben Hefe und destillirtem Wasser gefüllt, keinerlei Gährungserscheinung bemerken liess.

Der zu diesen Versuchen angewendete Bleiessig war bereitet durch Schütteln einer Bleizuckerlösung mit gepulverter Bleiglätte. Der Bleizucker war vorher umkrystallisirt, die Glätte mit Ammoniak ausgezogen, aber dann längere Zeit an der Luft getrocknet, um alles Ammoniak verdunsten zu lassen. Dieser Bleiessig brachte in einer wässerigen Lösung von reinem aus Stärke bereitetem Traubenzucker nicht die geringste Fällung hervor und eben so wenig in einer Lösung von Zucker, den ich früher aus dem Urin eines andern diabetischen Mannes dargestellt hatte.

Da somit das Reagens an dem erhaltenen Resultate sicher unschuldig war, so existirten nur noch zwei Möglichkeiten: entweder im Harn existirte irgend eine Substanz, durch welche die Fällung des Zuckers vermittelt wurde, oder es existirte neben gewöhnlichem Harnzucker in dem untersuchten Urine noch ein anderer Zucker, der

---

[1]) Die vom Herrn Verfasser oben erwähnte Gaseprouvette ist wie die nebenstehende Figur zeigt gestaltet. Vor dem Gebrauche wird die Röhre und die an ihrem unteren Ende angebrachte kugelförmige Erweiterung, bei verticaler Stellung der ersteren, etwa bis *a* mit der anzuwendenden Flüssigkeit gefüllt. Der Inhalt dieser Erweiterung muss so gross sein, dass die Flüssigkeit in derselben von *a* bis *b* steigt, wenn die Röhre mit Gas gefüllt wird. Die Axe des schief stehenden Theiles ist gegen die Röhre unter 45 Grad geneigt, damit die Flüssigkeit bei verticaler Stellung der Röhre das Gas stets absperrt. Die Zeichnung stellt die Gaseprouvette in $^1/_3$ der Grösse dar, in welcher sie zum gewöhnlichen Gebrauch am bequemsten ist; dieselbe kann jedoch in beliebigen Dimensionen ausgeführt werden. Ueber die mannigfaltigen Anwendungen, welche die, wie ich glaube, mit Recht „Gaseprouvette" benannte Vorrichtung bei den Arbeiten mit Gasen findet, etwas anzuführen, ist wohl kaum nothwendig. Erwähnt sei hier nur, dass dieselbe in sehr vielen Fällen eine pneumatische Wanne ganz entbehrlich macht, zumal da sie die unmittelbare Anwendung jeder Art von Flüssigkeit gestattet und daher zur Prüfung der Absorption der sich während einer Operation entwickelnden Gase sehr nützlich ist. Bei einigem Gebrauch findet man die Gaseprouvette bald so unentbehrlich wie die gewöhnliche. Schrötter.



durch Bleiessig auch ohne Zusatz von Ammoniak gefällt wurde.

Um zu untersuchen, ob das Erstere der Fall sei, versetzte ich den Urin eines gesunden Mannes, der keine ungewöhnlichen reducirenden Eigenschaften zeigte, mit einer reichlichen Menge von aus Stärke bereitetem Traubenzucker und behandelte ihn dann ganz wie ich im letzten Versuche den Urin des diabetischen Mannes behandelt hatte. Das Resultat war ganz dasselbe; auch hier erhielt ich nicht allein Bräunung mit Kali und überreichliche Reduction von Wismuthoxyd und Kupferoxyd, sondern auch lebhafte Gährung.

Es ist also im Harn eine Substanz vorhanden, welche die Fällung des Zuckers durch Bleiessig vermittelt.

Es lag nicht im directen Wege meiner Arbeit, zu untersuchen, welcher der Harnbestandtheile diese Wirkung ausübe; ich wünschte vielmehr im Interesse der praktischen Seite unserer Frage zunächst darzuthun, dass auch aus dem Urin gesunder Individuen durch Bleiessig Zucker gefällt werden kann, ohne dass man Ammoniak hinzufügt.

Ich fällte deshalb den Urin eines und desselben gesunden Mannes täglich erst mit Bleizuckerlösung, dann das Filtrat mit Bleiessig. Dieser Urin hatte sich bald mehr, bald weniger reducirend gezeigt, gehörte aber im Durchschnitt unter denen, welche ich von gesunden Männern untersucht habe, zu den stärker reducirenden. Die durch Bleiessig erzeugten Niederschläge wurden gesammelt, in Fliesspapier gewickelt, das oft erneuert wurde, und dann unter der Schraubenpresse trocken abgepresst. Der vom anhängenden Papier befreite Kuchen wurde zerbröckelt und in der Reibschale zuerst mit etwas destillirtem Wasser gröblich zerrieben; dann fügte ich von einer concentrirten kalten Lösung von Oxalsäure unter stetem Reiben und Umrühren so lange hinzu, bis das Filtrat einer Probe durch weiteren Zusatz von Oxalsäure nicht mehr getrübt wurde. Hierauf wurde das Ganze filtrirt, das Filtrat vorsichtig mit kohlensaurem Natron gesättigt, mit Essigsäure angesäuert und von etwa 1000 rasch bis auf 200 Kubikcentimeter eingekocht. Nachdem die Flüssigkeit erkaltet war, mischte ich sie mit 1080 Kubikcentimeter eines Weingeistes, der 94 Volumprocent Alkohol von 0·7951 Dichte (bei 12° R.) enthielt. Nachdem sich

aus dem wohlgeschüttelten Gemische das oxalsaure Natron abgesetzt hatte, wurde filtrirt und dem Filtrat eine weingeistige Kalilösung erst bis zur beginnenden Trübung zugesetzt, dann in kleinen Portionen weiter, so lange die Trübung noch deutlich zunahm. Hierauf wurde das Ganze in einen kalten Raum gebracht. Es dauerte 48 Stunden, bis sich die Flüssigkeit vollständig geklärt hatte. Ich goss sie dann vom ausgeschiedenen Zuckerkali ab, zerlegte letzteres mittelst einer verdünnten Oxalsäurelösung, sättigte mit feinvertheiltem kohlensaurem Kalk, fügte so viel Weingeist hinzu, dass in der Mischung auf einen Theil Wasser etwa vier Theile Alkohol kamen, und filtrirte. Das Filtrat säuerte ich mit Essigsäure an und dampfte es dann auf dem Wasserbade bis zur Trockenheit ab. Der Rückstand gab, in wenig Wasser aufgelöst, eine stark reducirende Flüssigkeit, die, mit Hefe vermischt und in einem kleinen Reagirglase von wenig mehr als 4 Kubikcentimeter Inhalt über Quecksilber abgesperrt, bei einer Temperatur von 23° Celsius zu gähren begann. Man konnte von Zeit zu Zeit beobachten, wie die mit Gas beladenen Hefenflöckchen zur Kuppe hinaufstiegen, und das Gas, welches sich hier in Gestalt eines aus kleineren und grösseren Bläschen gemischten Schaumes ansammelte, wurde später von einer hineingebrachten Kalikugel bis auf eine Blase von etwa 2—3 Kubikmillimeter Inhalt absorbirt. In einem anderen Reagirglase, in dem eine Portion derselben Hefe mit destillirtem Wasser in derselben Quecksilberwanne abgesperrt war, hatte keine Gasentwicklung stattgefunden.

Es ist hiermit zugleich der Anforderung Genüge geleistet, das Vorkommen von Zucker im Urin gesunder Männer durch Alkoholgährung nachzuweisen.

Wo es sich übrigens nur hierum handelt, thut man besser mit dem Niederschlage zu arbeiten, der nach dem Ausfällen mit Bleiessig in dem Filtrate durch Ammoniak bewirkt wird.

Ich hatte die vom Bleiessig-Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit gesammelt, indem ich sie in der Kälte aufbewahrte und nachdem ich etwa 10 Liter zusammen hatte, fällte ich sie mit Ammoniak, wusch das Präcipitat anfangs auf dem Filtrum mit kaltem destillirtem Wasser, um den Ammoniakgehalt etwas zu vermindern, und brachte es dann

in die Luft hinaus, wo es in der Winterkälte gefror. Nun wickelte ich es in mehrfache Lagen von Filtrirpapier, das von Zeit zu Zeit erneuert wurde, bis der Inhalt trocken war. Hierauf zersetzte ich die Bleiverbindung ganz auf dieselbe Weise, wie ich es oben beschrieben habe, mittelst Oxalsäure, filtrirte, sättigte mit fein vertheiltem kohlensaurem Kalk, filtrirte wieder, säuerte einen Theil des Filtrats mit Essigsäure an, dampfte zur Trockene ab, und löste den Rückstand in wenig Wasser wieder auf. Einen Theil der so erhaltenen Flüssigkeit verwendete ich zu den gewöhnlichen Zuckerproben; sie bräunte sich mit Kali und reducirte reichlich Wismuthoxyd und Kupferoxyd. Einen anderen Theil verwendete ich zur Gährungsprobe. Es wurden 2½ Kubikcentimeter mit Hefe vermischt in einem kleinen Reagirglase über Quecksilber abgesperrt; es war Nachmittags und als ich am Abende den Versuch wieder sah, hatte die Gährung bereits begonnen, am anderen Tage ging sie fort und nach 42 Stunden betrug die angesammelte Gasmenge an Volum ein Sechstheil von dem der Flüssigkeit, also etwa 417 Kubikmillimeter. Eine nun eingeführte Kalikugel absorbirte sie bis auf eine Blase von etwa drei Kubikmillimeter Inhalt. Der Rückstand betrug also weniger als 1 Volumprocent des Gases, nach der obigen ungefähren Schätzung $^5/_7$ Procent. Während des Versuches hatte die Temperatur den Tag über zwischen 20 und 24° Celsius geschwankt, war aber des Nachts noch unter die erstere Zahl gesunken. In einem anderen Cylinder, der in derselben Quecksilberwanne umgestürzt und mit destillirtem Wasser und einer Portion derselben Hefe angefüllt war, hatte sich während der ganzen Dauer des Versuches kein Gas entwickelt. Ich hatte hier also unzweifelhafte und regelmässige Gährung erhalten, ohne vorher Zuckerkali darzustellen, wodurch eine wesentliche Ersparung an Zeit und Material erzielt wird. Beim Arbeiten mit dem Niederschlage, der sofort auf Hinzufügung des Bleiessigs zu dem mit Bleizucker ausgefällten Harn entsteht, ist mir dies mit dem Urin desselben gesunden Mannes nicht gelungen.

IV.

Bestätigung der dem Pankreas eigenthümlichen, kräftigen Wirksamkeit bei der Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe durch Versuche mit natürlichem Bauchspeichel.

Vergleich des alten Verfahrens, bei welchem eine Fistel angelegt wurde, mit dem der Infusion. Kritik.

Von **Lucian Corvisart.**

I.

Geschichtliches.

Man erstaunt über die Unwissenheit, in der uns bis vor wenigen Jahren die alte Wissenschaft liess, über Alles was die Verdauung betrifft.

Jetzt, da man die Magenverdauung bis in kleine Einzelnheiten kennt, fällt es schwer zu glauben, dass der Magensaft erst seit 90 Jahren entdeckt wurde.

Wenn man nun aber sich zu der zweiten Verdauung wendet, so findet man, dass die alte Wissenschaft uns hier noch unwissender liess, als bei der ersten.

Trotz der anatomischen Entdeckungen von Wirsung, von de Graaf, von Santorini, war die Wissenschaft noch vor 20 Jahren über die Wirksamkeit des Pankreas so unwissend, wie zu Hippokrates Zeiten. In Frankreich z. B. glaubte eine mit Recht hoch angesehene Encyclopädie der medicinischen Wissenschaften

(Dictionnaire de médecine, in 30 Bänden) ihm eine hohe Gunst zu erweisen, ja sogar eine gewagte Hypothese aufzustellen, indem sie der Physiologie dieses Organs folgende drei Zeilen widmete:

Das Pankreas sondert eine fadenziehende Flüssigkeit ab, ähnlich dem Speichel, die sich in das Duodenum ergiesst und deren Verwendung mit der Verdauung zusammenhängt. Bd. 23, p. 67.

Wie zu Hippokrates Zeiten herrschte vollständige Unwissenheit, bis sich plötzlich ein neues Organ physiologisch offenbarte, das sich heute zum ebenbürtigen Nebenbuhler des Magens aufwirft, und von seinem ersten Auftreten an darauf ausging, die zweite Verdauung zu beherrschen. Valentin (1844) zieht den pankreatischen Saft aus dem Pankreas und löst ihn auf vermittelst der Infusion der Drüse in Wasser; er erkennt und zeigt, dass dieser Saft die *Stärke* der Nahrungsmittel schnell in Glucose verwandelt; Sandras und Bouchardat (1845) stellen ihre Versuche an und erklären ebenfalls, *dass der pankreatische Saft die stärkmehlartigen Stoffe der Nahrungsmittel verdaut.*

Auch Eberle (1834) zieht durch Wasseraufguss den pankreatischen Saft aus der Drüse und meldet, dass er die fetten Nahrungsstoffe emulgirt. Er schreibt: der pankreatische Saft *habe die Aufgabe, die Fette zu emulgiren um sie durch Absorption in den Chylus überzuführen.* Zehn Jahre später bestätigt Bernard durch neue und werthvolle Untersuchungen diese Entdeckung.

Endlich erklären 1836 Purkinje und Pappenheim (vielleicht ging ihnen derselbe Eberle voraus), dass sie durch den Aufguss des Pankreas einen Theil des Saftes aus der Drüse ausziehen konnten, und dieser künstlich erhaltene pankreatische Saft *löse die eiweissartigen Nahrungsstoffe selbst auf.*

Welche Veränderung in der Physiologie der zweiten Verdauung:

Ich werde mich hier nur mit der Ergänzung des Studiums über das Pankreas beschäftigen.

Man weiss, dass drei Arten von Nahrungsstoffen nöthig sind; die stärkmehlartigen, die fetten und die stickstoffhaltigen oder die eiweissartigen.

Die Nahrungsmittel unterhalten indessen das Leben nur indem sie durch die Verdauung umgewandelt werden.

Jene drei Arten von Nahrungsstoffen werden aber verschieden leicht verdaut.

Die fetten Nahrungsstoffe erleiden mit der geringsten Schwierigkeit die Veränderungen, welche die Verdauung in ihnen hervorrufen muss; in der That reicht es hin, dass sie fein vertheilt, mit einem Worte emulgirt werden; die Galle, der pankreatische Saft, die einfachen chemischen Alkalien können, wenn die Verdauungssäfte fehlen, dies Ziel erreichen.

Auch liegen, wenn Krankheiten des Pankreas den Tod herbeiführen, ganz andere Ursachen zu Grunde, als die mangelhafte Emulgirung oder Vertheilung der fetten Nahrungsstoffe.

Um dem Organismus zu dienen, müssen ihrerseits die stärkmehlartigen Nahrungsstoffe durch die Verdauung in Dextrin und Zucker verwandelt werden, aber auch diese Verdauung ist so einfach, dass sie fast nie fehlschlägt.

Der Gebrauch des gebackenen und gerösteten Brodes ist deshalb so verbreitet, weil er dem Menschen stärkmehlartige Nahrungsstoffe *künstlich verdaut* liefert, so dass Dextrin und Zucker als solche zur Absorption dargeboten werden [1]).

Die Verdauung der fetten und stärkmehlartigen Nahrungsstoffe ist mit einem Worte sehr einfach, die Siedhitze, die Chemie sind beinahe eben so mächtig sie auszuführen, als die Kräfte des thierischen Haushalts.

Viel höher steht die Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe.

Die Verdauung dieser Nahrungsstoffe ist daher nicht allein einem grossen und kräftigen Werkzeug, dem Magen, sondern auch dem Pankreas anvertraut.

Wenn wirklich das Pankreas auf einen sehr hohen Rang in dem

---

[1]) Die Kranken, denen Tisanen mit Zucker, Honig oder dergl. mehr verordnet werden, wenden nur ein einfaches Verfahren der künstlichen Verdauung an. Dieser Gegenstand soll seiner Zeit erörtert werden.

thierischen Haushalte Anspruch machen darf, so ist das nicht weil es die Fette emulgirt, oder weil es das Stärkmehl in Zucker umwandelt, denn diese Aufgaben werden von der Küche und den ihr entsprungenen industriellen Handgriffen mehr als sattsam gelöst, sondern weil es, nach unserer Erkenntniss dazu berufen ist, den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen die Verdauung zu sichern, selbst wenn unter mancherlei Einflüssen der Magen sich hierzu unzureichend oder unfähig zeigen sollte.

Wir werden auf dem Wege des Versuches binnen Kurzem darthun, wie eng und unzertrennlich, durch Gesetze der nebengeordneten Verrichtung, das Pankreas für die bezeichnete wichtige Aufgabe mit seinem organischen Vorgänger verknüpft ist. Wir haben davon im vorigen Jahre eine vorläufige Ankündigung gegeben [1]).

Purkinje und Pappenheim stellten 1836 nach ihren Erfahrungen die unerwartete Ansicht auf, dass der pankreatische Saft, welcher durch Aufguss aus der Drüse gewonnen worden, die eiweissartigen Stoffe löse; Spallanzani hatte keine grössere Entdeckung gemacht. Diese deutschen Forscher hatten zwar nur in sehr wenigen Worten von dieser Erscheinung gesprochen.

Wie indess alle Wahrheiten nur mit Mühe sich Bahn brechen, so sprachen auch über diese die meisten Physiologen ein Verdammungsurtheil, das 20 Jahre währte. Zu dieser Zeit ward das Studium der Bauchspeicheldrüse durch Bernard wieder aufgenommen, und obgleich er die Rolle dieses Organs, besonders in der Verdauung der neutralen Fette, wohl berücksichtigte, so verfehlte er doch nicht durch häufig wiederholte Bestätigungen, die von Purkinje und Pappenheim aufgestellte Ansicht zu unterstützen, so dass ihre bescheidenen aber festen Aussprüche in diesem neuen Werke verdunkelt werden.

II.

Sonderbare Ansicht über eine Fäulniss erzeugende Kraft des Pankreas. Die Siedhitze, der Magensaft, die Galle werden sehr unnöthig gegen diese eingebildete Kraft aufgerufen.

Während er sehr kräftig die Entdeckung der beiden deutschen

[1]) A. a. O. Sur la digestion pancréatique intestinale. Gazette hebd. 1859. T. VI. p. 456 und T. VI. p. 442.

Physiologen unterstützte und oft wiederholte, dass die Bauchspeicheldrüse die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe auflöse, so untergrub doch sonderbarer Weise derselbe Forscher diese Entdeckung in ebenso hohem Grade, durch eine Reihe von Rückzügen. So wenig festen Fuss hatte in dieser Beziehung die Wissenschaft für ihn gefasst, und so sehr widersprachen sich die beobachteten Thatsachen!

So kam es, dass Bernard, nachdem er die Rolle des Pankreas als eine physiologische anerkannt hatte, es für seine Anschauung ausgab, dass *die stickstoffhaltigen Stoffe sich in dem pankreatischen Safte nur durch Fäulniss auflösen, sehr rasch, wenn sie roh sind, weniger schnell, wenn sie gekocht sind.* (Bernard mémoire sur le Pancréas p. 129 l. 29).

Derselbe Schriftsteller bediente sich, als wenn er sich deutlicher ausdrücken wollte, fortwährend solcher Aeusserungen, die nicht an die Idee eines physiologischen Verdauungsvorgangs erinnerten, sondern mit allem Nachdruck an die Vorstellung einer freiwilligen Zersetzung, einer Fäulniss, (c'est *une sorte* de dissolution) (loc. cit. p. 129).

„*Ce ramollissement se transforme en une véritable putréfaction*“ (loc. cit. p. 129).

„En resumé, le suc pancréatique, quand il agit seul sur les substances alimentaires, les modifie de manière à *entraîner* leur décomposition *spontanée*“ (loc. cit. p. 139).

Kann folgendes den mindesten Zweifel lassen über die herrschende Ansicht Bernard's: „*on a remarqué que la décompisition putride était d'autant plus rapide que le suc pancréatique était plus normal*“ *Bernard. leç. s. les prop. phys. des liquides de l'économie T. II. p. 400. année 1858.*

Mit einem Worte, wie es noch besser die erste Citation dieses Schriftstellers sagt: „*illes putréfie!*“

Aber diese Auffassung stand in zu grellem Widerspruch mit der von Purkinje und Pappenheim, die man angenommen hatte.

Indem dieser Widerspruch schon beim Durchlesen weniger Seiten zu Tage kommt, konnte er sich in seiner Nacktheit nicht behaupten.

Von nun an, obgleich Bernard fortfuhr durch Worte die Wirkung des Pankreas in seiner Schrift nachdrücklich zu betonen, gereichte in der That all das, was zum Schein beigebracht wurde, um diese Drüse von ihrer Fäulniss erregenden Wirksamkeit zu erheben, nur

dazu, die wirklich physiologische Verrichtung des Pankreas für die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe einzuschränken.

So erstaunt die Thatsache, dass *Casein* und *Kleber* im pankreatischen Safte nicht faulen, und dies wird als ungewöhnlich betrachtet.

Bernard sagt: „La caséine et le gluten présentent une exception remarquable *en ce que ces matières se dissolvent ordinairement sans se putréfier* [1])." (loc. cit. p. 129).

So wurde es nothwendig für den pankreatischen Saft, dem ausdrücklich oder stillschweigend die Fähigkeit einer wirklich physiologischen Verdauung abgesprochen wurde, eine mächtige Nachhülfe in Anspruch zu nehmen.

Zunächst sollte die Zubereitung der Nahrungsmittel dem pankreatischen Safte zu Hülfe kommen.

Der Verfasser sagt: „Mais si nous examinons l'action du suc pancréatique sur les tissus animaux ou les matières albuminoides après qu'ils sont cuits, les phénomènes sont bien différents." (loc. cit. p. 130).

Der pankreatische Saft, sagt Bernard, nachdem er auf's Neue von dessen Fäulniss erregender Wirksamkeit gesprochen hat, gewinnt die Fähigkeit, stickstoffhaltige Stoffe ohne Fäulniss zu verdauen unter der Bedingung, dass die betreffenden Nahrungsmittel gekocht sind. (a. a. O. p. 129 l. 20).

Nächst der Zubereitung wurde alsbald der Magensaft dem Bauchspeichel als Gehülfe zugesellt und der Verfasser wiederholt an vielen Stellen, dass der Bauchspeichel die stickstoffhaltigen Körper auflöst, vorausgesetzt, dass die letzteren die vorbereitende Einwirkung des Magensaftes erlitten hatten.

Schliesslich begnügt sich Bernard nicht damit, der Galle die von Pappenheim richtig erkannte und sehr wichtige Rolle zuzuschreiben, dass sie alle Wirkung des Magensaftes aufhebt, so dass die Magenverdauung im Dünndarm nicht fortschreiten kann; sondern indem er immer weniger der eigenthümlichen Thätigkeit des Bauchspeichels traut, ruft er noch einen dritten Gehülfen an, der dem pankreatischen Safte neue Eigenschaften ertheilen soll. „Le suc intestinal (composé de bile

[1]) Diese Ausnahme ward selbst bald darauf eingegrenzt, statt Käsestoff und Kleber sind diese beiden Stoffe nur im gekochten Zustande gemeint. (p. 130).

et de suc pancréatique) dissout les alimens azotés en suivant une marche différente de la *putréfaction proprement dite qui a lieu dans le suc pancréatique seul;* cette propriété est dûe à la présence de la bile" a. a. O. p. 139. l. 27.

Der Verfasser hat es überdies klar herausgesagt: Nous ne voulons pas dire, nous le répétons *à dessein,* que le suc pancréatique soit l'agent d'une digestion complète de toutes ces substances, il ne peut agir convenablement sur elles qu' *après que le suc gastrique ou la bile les ont préalablement modifiées, preparées* (C. Bernard, mémoire sur le Pancréas. p. 145 und noch a. a. O. p. 139 l. 40 „La bile intervient *positivement* pour communiquer à ce liquide des propriétés spéciales."

Thatsächlich hat also Bernard allmälig seine erste Ansicht, welche im Einklang mit der Entdeckung von Purkinje und Pappenheim einer eigenthümlichen und unmittelbaren Wirkung des Bauchspeichels günstig war, umgewandelt und sich nach und nach eine ganz neue, schnurstracks entgegengesetzte Meinung erworben, nach welcher er dem Bauchspeichel nichts weiter zugesteht, als eine zersetzende, ja nach seinem öfters wiederholten Ausdruck, Fäulniss erregende Kraft.

Ohne Küche, ohne Magensaft, ohne Galle wird der Bauchspeichel von Bernard der Fähigkeit verlustig erklärt, eine verdauende Einwirkung, einen rein physiologischen Einfluss auf die Nahrungsstoffe auszuüben.

Ein Jahr nach der Veröffentlichung der Abhandlung, der die obigen Anführungen entnommen sind, schrieb Bernard nach seinen Vorträgen ein anderes Werk [1]) nieder, in welchem er inmitten verschiedener Zweifel sich zu dem Ausspruch entschliesst, dass das Gemenge der Galle mit dem Bauchspeichel eine Flüssigkeit hervorbringt, welche der Mischung besondere Eigenschaften verdankt. (T. II. p. 442).

Und gleichsam um einen bündigen Ausdruck für seine Meinung zu geben schrieb er: *„l'action que le suc pancréatique exerce sur les matières azotées ne parait pas être une action qui lui soit propre."* C. Bernard lec. de phys. 1856. T. II. p. 441 l. 30).

Wenn man sich an das Vorhergehende hält, dann sieht man, dass die Schwankung in den Ansichten des Verfassers so weit geht, dass

[1]) C. Bernard, leçons de physiologie. 1856.

dieselben von ihm verfassten Schriften den Vertheidigern der Entdeckung Purkinje's und Pappenheim's antworten können: „Ich habe Euch des Bestimmtesten unterstützt, ich habe vor Euch die verdauende Einwirkung des Pankreas auf die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe proclamirt;“ sie könnten dann mit gleichem Rechte auch den Gegnern dieser Rolle des Pankreas sagen: „Ihr habt ganz Recht; ich habe seit lange behauptet, dass dem Pankreas keine eigenthümliche Verdauungskraft inne wohnt; wo es immer eine solche besitzt, wird dieselbe durch die Mischung mit der Galle hervorgebracht; es wirkt überdies nur auf gekochte Nahrungsmittel ein und auf solche, welche vorläufig durch den Magensaft verdaut oder zur Verdauung vorbereitet wurden; habe ich nicht überdies gesagt, dass der Bauchspeichel nur dadurch die Nahrungsstoffe auflöst, dass er sie in Fäulniss überführt?

So stand die Frage [1]) als ich meine erste Abhandlung veröffentlichte: *sur une fonction peu connue du pancréas. Paris 1857. 1858.*

Zu der Entdeckung Purkinje's und Pappenheim's lieferte ich einige wichtige Erweiterungen, und, wie ich glaube, eine unbedingte Bestätigung. Durch eine erste Versuchsreihe bewies ich, dass wenn bei lebenden Thieren das Duodenum an beiden Enden unterbunden worden ist und zugleich alle Galle durch vorläufiges Auswaschen und Unterbindung des Gallengangs entfernt wurde, der in dieses Darmstück ergossene Bauchspeichel eine ansehnliche Menge eiweissartiger Nahrungsstoffe auflöst und verdaut.

---

[1]) Später und bevor meine Abhandlung einer Commission des Instituts übergeben wurde, der Bernard angehörte, verliess er sogar noch vollständiger die Anschauungsweise von Purkinje u. Pappenheim, welche seit zwei Jahren die meinige geworden war und schrieb „(1° Le suc pancréatique mis en contact avec de l'albumine d'oeuf cuit, de la caséine retirée du lait par l'acide acétique, et du gluten, *a entraîné la décomposition putride de toutes ces substances;* excepté la caséine qui conservait au mélange, une réaction acide *on a remarqué que la décomposition putride était d'autant plus rapide que le suc pancréatique était plus normal**). 2° *L'addition de la bile n'a empêché dans aucune expérience la putréfaction.* C. Bernard. Leçons sur la propriété physiol. de liquides de l'économie. T. II. p. 400 leçon du 18. Juin 1858.

*) Also konnten das Kochen und die Galle, zwei ehemals so mächtige Unterstützungsmittel des Bauchspeichels, diesen letzteren nicht mehr verhindern die Nahrungsmittel in Fäulniss zu versetzen und diese Fäulniss würde um so rascher bewirkt, je normaler der Bauchspeichel ist.

Ich zeigte, dass man in diesem Falle niemals in dem verdauten Erzeugniss, das in dem Duodenum enthalten ist, irgend eine Spur von Fäulniss finden kann, weder im Augenblick des Todes, noch mehrere Stunden nachher, dass die Wirkung der Verdauung nicht aufhört, wenn man statt gekochter Nahrungsmittel durchaus rohe Nahrung einführt; dass eine vollständige Verdauung Statt findet nicht nur wenn man stickstoffhaltige Substanzen nimmt, welche der Magen nicht vorbereitet hat, sondern auch solche die niemals mit dem Magen in Berührung kamen, indem man sie direct von aussen in den Zwölffingerdarm einbrachte.

Nachdem ich diese erste Reihe von Erfahrungen mit jedem Nahrungsstoff in dem Duodenum lebender Hunde gemacht hatte, nahm ich eine zweite vor.

Ich wiederholte dazu mit denselben Nahrungsstoffen dieselben Erfahrungen, zuerst an dem pankreatischen Saft, der in das Duodenum ergossen und mit der Darmschleimhaut und ihren Drüsen in Berührung gekommen war; sodann aber zum Vergleich an dem durch Aufguss aus der Drüse selbst gewonnenen pankreatischen Saft, welcher dem zu Folge keinerlei noch so schwache Berührung erlitten hatte, weder mit dem Magen- oder Darmsaft, noch mit der Galle.

Mit grosser Schnelligkeit löste und verwandelte dieser pankreatische Saft alle Nahrungsmittel, gekochte und rohe, mit denen er auf das Wasserbad gebracht wurde, und zwar jedes Mal ohne irgend Fäulniss zu erzeugen.

Eine dritte Versuchsreihe, welche man in dem gleichen Werke finden wird, bei der der wirksame Stoff (das Pankreatin) aus dem Aufguss des Pankreas ausgezogen und durch Alkohol von fremden Stoffen befreit worden war, ergab genau die nämlichen Proben von eigener verdauender Wirkung, unabhängig von der Siedhitze, der Galle oder dem Magensafte und sehr verschieden von der Fäulniss.

Ich glaubte die Frage weiter geführt zu haben, ich hoffte durch genaue, scharf ausgedrückte Ergebnisse, Physiologen wie Frerichs, Bidder und Schmidt und viele Andere, welche in dieser Beziehung das Pankreas aufgegeben hatten, wieder zu gewinnen.

Ich werde nicht an die Meinung Funke's über meine Arbeit [1]) erinnern, noch an die Verneinungen von Keferstein und Hallwachs [2]) bei denen ein falscher Ausgangspunkt der Grund ihres Irrthums [3]) war. Auch Brinton [4]) will ich nicht besprechen, noch die lange experimentelle Arbeit von Meissner [5]), deren Ergebnisse nach seinen Ausdrücken die vollkommene Bestätigung der meinigen liefern, ebenso wenig die ebenfalls beistimmenden Erfahrungen von Schiff, denn dies Alles würde viele Seiten ausfüllen.

Ich hatte Veranlassung mir Glück zu wünschen, dass tüchtige und als solche angesehene Schriftsteller die Richtigkeit von dem, was ich geschrieben hatte, anerkannten, allein in meiner Abhandlung vom Jahre 1857 war die Wahrheit nicht weniger vollständig enthalten und jetzt schreiben wir 1860.

Ich kann nicht eben einen grossen Fortschritt darin sehen, wenn man sich bis jetzt nur mit einem von 30 in meiner Arbeit aufgestellten Sätzen beschäftigt hat, ohne mehr als eine Bestätigung davon zu finden.

Ich hoffe also auf eine vollständigere Experimentalkritik, allein schon jetzt gilt es einen Fortschritt zur Geltung zu bringen und zwar über zwei Punkte:

„1° *Hat der pankreatische Saft, der durch eine Fistel aus der Drüse ausfliesst, dieselbe verdauende Wirkung wie der, welcher durch Infusion gewonnen wird?*

„2° *Welche von beiden Methoden ist die bessere, um zu den entscheidendsten Resultaten zu gelangen?*“

Die Versuche, auf welche meine erste Abhandlung sich stützte, diejenigen, welche zu verschiedenen Zeiten vor den Herren Kühne, Snellen, Milne-Edwards, Flourens, Philippeaux, Vulpian und Bernard selber wiederholt worden sind, wurden allemal mit Hülfe von Infusionen des Drüsengewebes vorgenommen.

---

[1]) Schmidt's Jahrbücher 1858. Januar N. I. p. 21 bis 25.

[2]) Göttinger Nachrichten 14. August 1858.

[3]) Schmidt's Jahrbücher. 1859. Bd. 102. p. 244 und Medicinischer Verein 1859. T. III. p. 149.

[4]) The Dublin quarterly journ. of med. science, aug. 1859. und Journal de physiol. de Brown-Séquard. T. II. p. 672 und the Dublin quart. journal of med. sc. 1860. p. 66.

[5]) Zeitschrift für Rat. Med. v. Henle und Pfeufer. 1859. 3. Reihe Bd. VIII.

Die Versuche dagegen, welche Bernard zu den uns bekannten abweichenden Ergebnissen geführt haben, waren nach dem etwas abgeänderten Verfahren von de Graaf angestellt.

Es blieb also für diejenigen, deren Ueberzeugung ich bekämpfte, ein letzter Ausweg übrig: sie konnten behaupten, dass die Verschiedenheit der Resultate von einer Verschiedenheit des Versuchsverfahrens herrühre, und dass die Methode mit Anlegung einer Fistel den Vorzug verdiene.

Während das Infusionsverfahren darin besteht, dass der pankreatische Saft, der während des Lebens im Herzen der Drüse gebildet ward, mit Wasser ausgewaschen oder aufgelöst wird, worin nach meiner Meinung der Vorzug dieser Methode liegt, geht man bei Anlegung einer Fistel darauf aus, durch ein in einen der Ausführungsgänge eingebundenes Röhrchen, den Saft der nach der Operation aus der Drüse fliesst, unmittelbar aufzufangen. Den Saft aus dem Ausführungsgang zu schöpfen ist offenbar gut: allein sich auf den Saft verlassen, welcher in einer operirten Drüse gebildet wird, scheint mir ein missliches Beginnen, worüber ich für jetzt rasch hinweggehe.

Jedenfalls muss man zugeben, dass man mit Recht oder mit Unrecht ohne Weiteres ein günstiges Vorurtheil für das Fistelverfahren gewinnt, wobei man Gelegenheit hat, den Bauchspeichel während des Lebens tropfenweise ausfliessen zu sehen; ja es scheint, als habe man auf diese Weise in der That den Bauchspeichel im natürlichen Zustande. Auch ohne vorausgegangene Widersprüche war es eine Nothwendigkeit die Frage auf dieses bevorzugte Gebiet zu verpflanzen; dies that ich in Gegenwart derselben Gelehrten mit Ausnahme der Herren Kühne, Snellen und Schiff, die abwesend waren.

Ich stellte mir also aufs Neue folgende Fragen: Ist es wahr, dass der Bauchspeichel ohne irgend eine Spur von Galle die Nahrungsstoffe in Fäulniss versetzt oder sie verdaut? Ist es wahr oder falsch, dass er nur dann wirkt, wenn die Nahrungsstoffe entweder durch Siedhitze, oder durch den Magensaft, oder durch die Galle vorbereitet worden sind? Und ich stellte die Antwort dem durch die Fistel gewonnenen Bauchspeichel anheim. Die Anwendung genau desselben Verfahrens, welches Bernard gewählt hatte, hätte indessen ohne Zweifel

zu dem gleichen Ergebniss führen müssen, denn das, was dieser Schriftsteller sagte, war jedenfalls das, was er gesehen hatte. Ich musste also darauf ausgehen seine Methode zu verbessern und durfte mir den Vortheil eines wichtigen Gesetzes nicht entgehen lassen, das ich im März [1]) und Juli [2]) 1859 ausgesprochen habe. Ich werde die Entdeckung, die Entwicklung und die Folgen dieses Gesetzes zum Gegenstand einer späteren Abhandlung machen, deren zweiter Theil aus einer bestätigenden Experimentalarbeit bestehen wird, welche ich in den Octoberferien 1859 mit Herrn Professor Schiff ausführte.

In Folge meiner Erfahrungen, die 1857—1858 mit dem Infusionsverfahren gemacht wurden, erkannte ich in der That dass zwei Reihen von Ergebnissen sich dem Beobachter darbieten können; bisweilen zeigte sich die Infusion eines ganzen Pankreas d. h. der ganze Fermentinhalt der Drüse zum Verdauen ungeeignet; so dass, wenn man ihn mit den Nahrungsstoffen auf das Wasserbad setzt, nur die faulige Zersetzung derselben bemerkt werden kann.

Diese wichtige Reihe verneinender Ergebnisse erklärt die Widersprüche der deutschen Schriftsteller und die schwankende Unsicherheit in Bernard's Ansichten über die Fäulniss.

Nun geht aber aus den Versuchen, die ich angestellt habe, hervor, dass jene negativen Ergebnisse sich auf die Fälle beziehen in welchen

---

[1]) Schmidt's Jahrb. Bd. 102. N. 5. p. 244 und l'union médicale T. III. p. 149 geben die Formel für die Stunden.

[2]) In der Gazette hebdomodaire de médecine 1859 T. VI. p. 156 kündigte ich an, dass ich auseinandersetzen würde: wie das Pankreas sich nicht mit pankreatischem Ferment erfüllt, wenn die Verdauung und Magenpeptone fehlen; wie eine rein sympathische Wirkung des Magens auf das Pankreas unvermögend ist, die Erzeugung eines ächten pankreatischen Saftes hervorzurufen, ebenso gut wie die Aufsaugung oder die Erzeugung von Darmpeptonen, und wenn sie noch so gross sind, dies nicht vermögen. Die Formel betonte den obersten Grundsatz des Gesetzes, nämlich die Nothwendigkeit einer Fortbewegung der Magenpeptone, damit sich das Pankreas mit pankreatischem Ferment erfülle, und sie drängte die sympathische oder Nervenerregung in den Hintergrund, welche man immer in den Vordergrund gestellt hatte; denn die Magenpeptone sind unentbehrlich, so zwar, dass ohne sie das Pankreas wirkungslos und das Nervensystem ohne Angriffspunkt wäre.

man das Pankreas von Thieren nimmt, welche die 4. Stunde der Magenverdauung noch nicht erreicht oder die 9. überschritten haben, oder auch von solchen die nüchtern sind. Ich habe erkannt, dass die Bauchspeicheldrüse vor und nach den angegebenen Zeiten entweder noch zu arm an Ferment ist, um eine erhebliche Verdauungskraft zu entfalten, oder aber, dass sie erschöpft ist. Der vollständigste Erschöpfungszustand besteht zwischen der 9. und 15. Stunde der Verdauung; will man das Pankreas möglichst unwirksam haben, dann muss man es zu dieser Zeit den Thieren entnehmen [1]).

III.

Der durch die Fistel ausgeflossene Bauchspeichel verdaut, wenn er methodisch angewandt wird, die eiweissartigen Nahrungsstoffe mit grosser Energie durch eine ihm eigenthümlich inwohnende Kraft, ohne Hülfe von Galle, von Magensaft oder Siedhitze.

In der andern Versuchsreihe fallen dagegen die Ergebnisse von Purkinje und Pappenheim ganz so aus, wie ich sie bestätigt gefunden habe; um sie zu erzielen, muss man das Pankreas nach der fünften und vor der achten Stunde der Magenverdauung nehmen. Zu dieser Zeit und namentlich um die sechste und siebente Stunde enthält das Pankreas in seinem Gewebe die grösste Menge des pankreatischen Ferments.

Man wird begreifen, welches Vertrauen man in diese Resultate setzen darf, wenn ich sage, dass ich die Eigenschaften und die Menge des Saftes weder nach der Klebrigkeit und Dichtigkeit, noch nach der chemischen Analyse beurtheilte, weil diese Hülfsmittel in der Physiologie trügerisch sind, sondern einzig und allein nach der Verdauungskraft, d. h. nach der absoluten Menge verdauter Nahrungsstoffe.

Ein ganzes Pankreas, welches um die 6. bis 7. Stunde aus dem Thier herausgenommen und infundirt wird, verdaut mit Leichtigkeit 50, ja sogar bis zu 75 Gramm stickstoffhaltiger Nahrungsstoffe.

---

[1]) Ich werde später zeigen, dass man diesen Zeitpunkt durch gewisse Bedingungen um eine bis zwei Stunden verfrühen oder verspäten kann.

Wird es dagegen um die 9., 10., 15. Stunde genommen, dann verdaut es kaum 10 Gramm.

Dies ist das Kriterium, dessen wir uns bedient haben, dies ist das Gesetz, welches wir mit aller Bestimmtheit beim Hunde ausgesprochen fanden, und wornach ich immer mit Sicherheit vorhersagen konnte, zu welcher Zeit nach dem Tode ich den Aufguss des Pankreas am reichsten an Ferment finden würde.

Demgemäss brachte ich eben dieses Gesetz in Anwendung, um unter seiner Leitung mit einem Schlage und ohne alles Herumtappen die Stunde für Anlegung der Fistel so zu wählen, dass ich einen wirksamen Bauchspeichel gewinnen musste. Bernard's Verfahren besteht nach den meisten der von ihm beschriebenen Versuche, was die Wahl der Zeit betrifft, darin, dass er um die 1. bis 2. Stunde der Verdauung das Röhrchen in den Ausführungsgang einbringt. Hätte ich dieselbe Stunde gewählt, so hätte ich dadurch gewissermassen alle Bedingungen zu einem ungünstigen Erfolg zusammengehäuft.

Wir haben erkannt, dass das pankreatische Ferment in dem Drüsengewebe das Maximum seiner Menge und seiner Leistungsfähigkeit nicht erreicht, so lange die Magenverdauung nicht in regelmässiger Weise bis zur sechsten Stunde nach der Mahlzeit vorgeschritten ist. Wollte man also die Fistel schon eine bis zwei Stunden nach der Mahlzeit anlegen, so hiesse dies sich der Gefahr aussetzen, durch den verursachten Schmerz die kaum begonnene Magenverdauung zu hemmen, und damit zugleich die Entwickelung des Bauchspeichels aufzuhalten. Gleichviel ob der Ausfluss des Bauchspeichels gleich nach der Operation fehlt oder ob ein noch so klebriger Saft in noch so grosser Menge ausfliesst, kann der Bauchspeichel sich weniger vollkommen, weniger reich an ächtem Ferment und weniger wirksam zeigen, als wenn die Operation zu einer späteren und günstigeren Stunde vorgenommen worden war.

Durch Bernard's Verfahren ist es nicht unmöglich einen nicht ganz entwickelten Saft zu sammeln, der keine Einwirkung auf die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe ausübt, welches auch immer seine andern Eigenschaften sein mögen, und hierin liegt vielleicht der Grund

der widersprechenden Beobachtungen, welche dieser Schriftsteller angestellt hat.

Was mich betrifft, so sah ich darauf, dass in dem Augenblick, in welchem ich die Fistel anlegte, bereits möglichst viel normaler, physiologisch entwickelter Bauchspeichel in der Drüse vor der Operation vorhanden war; ich operirte die Thiere um die 5. bis 6. Stunde nach der Mahlzeit, und das Röhrchen wurde nicht früher in den Ausführungsgang der Drüse eingebracht. Man sieht, dass unter diesen Umständen für mich wenig daran lag, dass die Magenverdauung gestört wurde; denn um die 6. Stunde ist ihre Aufgabe grösstentheils gelöst, die Magenverdauung ist beendigt, und ich bin überzeugt, dass, wenn der Bauchspeichel ausfliesst, dies zu einer Zeit geschehen wird, zu welcher die Drüse am reichsten ist an gehörig entwickeltem und zwar bereits vor der Operation entwickeltem Ferment, mit andern Worten, in möglichst physiologischem Zustande.

In den von mir unternommenen Operationen kam Alles darauf an, dass der bereits entwickelte Saft sogleich ausfloss.

In vielen Fällen geschah es, trotz grosser Geschwindigkeit bei der Operation, dass der Ausfluss erst 6—12—24 Stunden nachher begann, als ob die Absonderung während dieser Zeit pathologisch aufgehalten gewesen wäre; von nun an konnte ich kaum den Eigenschaften dieses Saftes vertrauen, da er nur so langsam erhalten worden war, so spät nach der Operation ausfloss und vielleicht sogar unter dem störenden Einfluss derselben gebildet wurde.

Viel glücklicher war ich bei einer hinreichenden Zahl anderer Fälle; der Ausfluss begann sogleich, auf die Weise erhielt ich allen Saft, der von der Drüse während der zwei Stunden nach der Operation gebildet wurde, in den Stunden, welche genau mit der Zeit der höchsten Vollkommenheit der pankreatischen Verrichtung zusammenfielen (der 6. und 7. Stunde nach dem Mahle). Ich konnte so eine hübsche Zahl von Erfahrungen gewinnen, denen keine Bürgschaft wissenschaftlicher Genauigkeit fehlte.

Aus ihrer Mitte werde ich folgende Erfahrung anführen, die wohl geeignet war, zu entscheiden, ob die verdauenden Eigenschaften,

welche ich dem durch das Infusionsverfahren ausgezogenen Saft zuerkannte, auch in dem durch die Fistel erhaltenen Safte sich finden.

Bei einem jungen Hund mittlerer Grösse wurde nach der 5. Stunde nach einer Mahlzeit die pankreatische Fistel angelegt; während der folgenden $2^1/_2$ Stunden (der 6. und 7. der Verdauung) flossen 45 Gramm pankreatischen Saftes aus.

Dieser war durchsichtig, syrupartig, alkalisch, durch die Hitze gerinnbar; doch gingen wir nicht auf diese Eigenschaften aus.

Es galt vielmehr ihn zu benützen um folgende zwei Fragen zu beantworten:

1° Ist es wahr, dass ohne eine Spur von Galle, dieser pankreatische Saft die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe in Fäulniss versetzt oder sie verdaut?

2° Ist es wahr oder falsch, dass er nur dann von Wirkung ist, wenn die Nahrungsstoffe durch die Siedhitze, durch den Magensaft oder die Galle vorbereitet sind?

Zu diesem besonderen Zweck wurden die 45 Gramm Bauchspeichel eine Stunde nach der Gewinnung in drei Portionen von je 15. Gramm vertheilt.

Der erste Theil wurde mit 5 Gramm frischen Faserstoffs vermischt.

Der zweiten Portion wurde als Nahrungsmittel der 10. Theil eines *rohen* feinzerschnittenen und mit kaltem Wasser erschöpften Pankreas zugesetzt.

Die dritte Portion ward mit 5 Gramm gekochten Hühnereiweisses versetzt.

Keiner Probe ward eine Spur von Galle hinzugefügt. Man trug Sorge, dass die Eier vor und nach dem Kochen vollkommen frisch und geruchlos waren; der rohe Faserstoff von einem Kalbe und das Pankreas waren zu grösserer Sicherheit dem Körper nur wenige Stunden vor dem Versuch entnommen worden.

Die drei Gefässe mit diesen Proben künstlicher Verdauung wurden schnell auf ein Wasserbad gebracht, welches beständig auf 42 Grad C. erhalten wurde; alle Viertelstunden wurden ausserdem die Gefässe tüchtig geschüttelt.

Es wurde Folgendes beobachtet:

Nach zwei Stunden waren die 5 Gramm Faserstoff vollständig vergangen, gelöst, verdaut, ohne jede Spur von Fäulniss.

Nach vier Stunden war das Eiweiss des dritten Gefässes zerfallen, erweicht und zum grössten Theile gelöst, und zwar auch dies ohne jeglichen Anschein einer fauligen Zersetzung.

Nach Verfluss von 8 Stunden zeigte die Probe des Bauchspeichels in welche der 10. Theil eines rohen Pankreas gebracht war, keine Spur mehr von diesem Organ.

Das Pankreas war durch den Bauchspeichel verdaut worden; es war mit einem Worte mitsammt dem Bindegewebe durch *Selbstverdauung* verschwunden.

Es wäre schlechterdings unmöglich gewesen in irgend einem dieser Fälle auch nur eine Spur von Fäulniss zu entdecken, die Auflösung in Abrede zu stellen oder die Wirkung irgend einem fremden Hülfsmittel zuzuschreiben. Und die Versuche wurden in dem Laboratorium des Herrn Flourens, des beständigen Secretairs der Academie, in Gegenwart der Herren Milne-Edwards, Rayer, Philippeaux, Vulpian und Bernard selbst angestellt. Bei den übrigen Versuchen verhielt sich die Sache ganz gleich.

Durch Versuche, die mit Hülfe natürlichen und reinen Bauchspeichels angestellt wurden, fand die Frage also ihre Beantwortung wieder in dem gleichen Sinn, den ich Bernard entgegen behaupte. Die Wirkung des Bauchspeichels ist ihm eigenthümlich, sie vollzieht sich ohne Galle und hat doch auch unter diesen Umständen nichts mit der Fäulniss gemein.

Da nun auf der andern Seite die so verdauten Nahrungsstoffe vorher weder mit dem Magen, noch mit Galle in Berührung gewesen waren; da der Faserstoff und das Pankreas, die angewendet wurden, roh waren und vorher keinerlei Zubereitung erfuhren, so muss offenbar auch die zweite Frage folgender Weise beantwortet werden: Es ist falsch, dass der Bauchspeichel auf die Nahrungsstoffe nur dann einwirken soll, wenn sie vorher entweder durch Siedhitze, durch Magensaft oder Galle vorbereitet worden sind.

Aber diese auf dem Versuchsweg gewonnenen Antworten, sind keine anderen, als diejenigen, zu welchen uns im Jahre 1857 die Versuche geführt hatten, welche entweder mit pankreatischem Saft angestellt

wurden, der durch einen Aufguss der Drüse erhalten wurde, oder mit dem wirksamen Stoff, der durch Alkohol von den fremdartigen Bestandtheilen getrennt worden war.

IV.

Fehlerquellen, welche in allen diesen Untersuchungen zu vermeiden sind.

Obwohl diese Versuche, welche oft wiederholt wurden, durch ihr Ergebniss sehr deutlich sprechen, halte ich es doch nicht für unnütz zu erörtern, wie die Beobachter aus Versehen Bedingungen wählen können, unter welchen der pankreatische Saft die ihm eigenthümliche Wirkung nicht entfaltet; solche Bedingungen traf wahrscheinlich auch Herr Terebizki [1]) einer meiner Gegner. Ich hoffe, dass dadurch unfruchtbare und heikle Controversen vermieden werden sollen.

Wenn der Bauchspeichel von seiner regelmässigen Wirksamkeit, welche ganz physiologisch ist, abweichen soll, so dass er eine Zersetzung der Nahrungsstoffe hervorbringt und sie nur unter Fäulnisserscheinungen auflöst, ist es nöthig, dass eine der fünf nachstehenden Bedingungen erfüllt sei.

1° Die angewandten Nahrungsstoffe sind schon vorher in Fäulniss übergegangen, wenn man z. B. alte verdorbene Eier oder zwei Tage alten Faserstoff nimmt.

Ich werde nicht lange über diesen ersten Fall reden, obwohl ich überzeugt bin, dass die meisten Forscher weniger Sorgfalt darauf verwenden, dafür zu sorgen, dass die Nahrungsmittel, welche sie bei ihren Versuchen anwenden, gehörig frisch sind, als sie es thun würden, wenn die betreffenden Nahrungsmittel zu ihrem Mahle dienen sollten.

2° Der Bauchspeichel, wenn auch an sich regelmässig und tauglich, wird nicht an demselben Tage zur Untersuchung verwandt, an dem er gewonnen wurde.

Wie kann man bei einer gesunden physiologischen Anschauungsweise vergessen, dass der Bauchspeichel in dem thierischen Haushalt an dem Tage selbst und zwar gleich in den ersten Stunden, nachdem er in den Zwölffingerdarm ergossen wurde, noch seine verdauende Kraft entfaltet?

3° Man verlängert die Verdauung auf dem Wasserbade allzusehr über den Zeitraum eines physiologischen Vorgangs hinaus. Auch hier

1) Juang. Thes. 1859.

muss der gesunde Menschenverstand bestimmte und zwar ganz fertige Regeln vorschreiben. Wenn man sich erinnern will, dass der Magen die ihm anvertrauten Nahrungsstoffe sehr lange behält, dass seine anatomische Structur einen wahren Behälter aus ihm macht, dass es dem von ihm abgesonderten Safte eignet, so langsam auf die Nahrungsmittel zu wirken, dass diese selbst nach 6, 10, 12 Stunden häufig noch erkennbar sind, dann begreift man, dass es dem Physiologen gestattet sein muss, künstliche Verdauungsversuche mit dem Magensaft auf dem Wasserbade 12, 15, 18 Stunden fortzusetzen.

Vergegenwärtigt man sich aber, dass das Duodenum, obwohl es sehr muskulös ist, keine verschliessbare untere Mündung besitzt, dass es einem raschen Durchgang der Nahrungsmittel keinerlei Hindernisse entgegensetzt, dass es gar keinen Behälter darstellt, der sich mit dem grossen Blindsack des Magens vergleichen liesse, dass es kein Mittel hat die Nahrungsmittel in seiner Höhle aufzuhalten als einige Biegungen und eine leicht aufsteigende Lage eines seiner Theile; wenn man andererseits bedenkt, dass man beinahe niemals, zu welcher Stunde nach der Mahlzeit es auch sein möge, die Nahrungsmittel in erkennbarer Form in diesem Organe antrifft, obwohl sie doch in solcher Gestalt hineingelangen, wenn man hinzufügt, dass schon der grössere Theil derselben durch Absorption darin verschwunden ist, ohne Zeit gehabt zu haben in das Jejunun überzugehen; dann erkennt man wie schnell die Pankreasverdauung während des Lebens vor sich geht. Dies geht so weit, dass man nur wenig zugiebt, wenn man behauptet, dass die Pankreasverdauung 5—6 Mal rascher vor sich geht als die des Magens.

Der gesunde physiologische Sinn erheischt also gebieterisch, dass die künstlichen Verdauungsversuche mit Bauchspeichel, die auf dem Wasserbad in Glasgefässen angestellt werden, auch 5—6 Mal kürzere Zeit fortgesetzt werden, als wenn man mit Magensaft arbeitet.

Die Vollkommenheit der Pankreasverdauung hängt in der That weit mehr von der vollkommenen Beschaffenheit des Saftes, als von seiner verlängerten Einwirkung auf die Nahrungsmittel ab; es liegt im Wesen des pankreatischen Saftes, wenn er wirklich normal ist, dass er seine Wirkung rasch entfaltet. Man muss sich einprägen, dass man einen unphysiologischen Versuch anstellt, wenn man im Allgemeinen

Verdauungsversuche mit dem Bauchspeichel länger als drei bis sechs Stunden auf dem Wasserbade hält.

Die kurze Dauer, welche für die Vollendung der Pankreasverdauung erfordert wird, ist inzwischen für jeden Nahrungsstoff verschieden. Nach meinen Versuchen kann ich sagen, dass ein Bauchspeichel von mittlerer Wirksamkeit, welcher sehr genau auf einer zwischen 42 und 45° liegenden Wärme erhalten wird, wenn man ihn alle Viertelstunden mit dem Nahrungsstoff schüttelt, in zwei bis längstens drei Stunden alles Lösliche von Faserstoff auflöst, dass er in vier bis fünf Stunden geronnenes Eiweiss auflösen kann, und dass man in diesem Augenblicke in der Regel die Untersuchung unterbrechen muss, falls man nicht hinter der Wahrheit zurückbleiben will.

4° Eine vierte Bedingung kann, obwohl seltener, in den Verdauungsproben mit Bauchspeichel Fäulniss hervorrufen; dies geschieht nämlich, wenn die Menge der Nahrungsstoffe in einem sehr grossen Uebermaass im Vergleich zur Wirksamkeit des Bauchspeichels angewandt wird, so zwar, dass man um einen Fortschritt in der Verdauung zu erzwingen, die Mischungen länger als gut ist, auf dem Wasserbade hält, d. h. mehr als 3 oder 4 Stunden für den Faserstoff, mehr als 5. oder 6 für Eiweiss, und so fort.

Der nachfolgende Versuch mag zum Belege des Gesagten dienen.

Einem jungen Jagdhund, der 16 bis 18 Kilogramm wog, wurde 5 Stunden nach der Mahlzeit eine Bauchspeichelfistel angelegt; der in den zwei darauf folgenden Stunden (in der 6. und 7.) aufgefangene Saft belief sich auf die Menge von 30 Gramm.

Ich vertheilte die 30 Gramm des Saftes in drei gleich grosse, unter sich vergleichbare Portionen; dann fügte ich zu jeder gekochtes Eiweiss, aber in verschiedener Menge, wie folgt:

Die erste Probe enthielt 5 Gramm Eiweiss (die Hälfte vom Gewicht des Bauchspeichels).

Die zweite enthielt 10 Gramm Eiweiss (das Gewicht des Bauchspeichels).

Die dritte 15 Gramm Eiweiss (anderthalb Mal das Gewicht des Bauchspeichels).

Die drei Gefässe wurden in das Wasserbad gebracht, alle Viertelstunden geschüttelt, dann nach Ablauf der dritten Stunde untersucht.

In dem dritten Gefäss, welches ein grosses Uebermaass an Eiweiss enthielt, hatte dieses durch Auflösung in Folge der Verdauung etwa $^1/_4$ seines Volums verloren.

In dem zweiten zeigten die noch übrig gebliebenen Stücke von geronnenem Eiweiss stark abgerundete Ecken, die Stücke waren an Zahl vermindert, und die kleine Masse welche übrig geblieben war, zeigte eine breiige Beschaffenheit; der grösste Theil des Eiweisses war wirklich gelöst.

Was das erste Gefäss anbelangt, in welchem der Nahrungsstoff in der geringsten Menge vertreten war, so zeigte dies mit Ausnahme von 2—3 durchsichtigen gummiähnlichen Körnchen, welche weniger gross als Hirsekörner waren, keine Spur von Eiweiss mehr; offenbar hatte ich in diesem letzten Falle zu wenig Eiweiss angewandt, und der pankreatische Saft wäre im Stande gewesen, eine grössere Menge zu verdauen.

In keinem der drei Gefässe fand sich nach Verfluss der dritten Stunde irgend eine Spur von Fäulniss, es war in jeder Hinsicht eine durch Verdauung bewirkte Auflösung. Ich fuhr fort. Ich brachte die drei Gefässe wieder in das Wasserbad und liess sie noch zwei Stunden darin. Um die fünfte Stunde untersuchte ich die drei Gefässe, sie waren noch immer geruchlos, d. h. sie hatten nur den Geruch, welcher dem Bauchspeichel eigen ist, wenn er aus der Drüse abfliesst.

In dem zweiten Gefässe war das Niveau des Eiweisses noch mehr gesunken, es waren gewiss $^3/_4$ davon (6 Gramm) aufgelöst worden.

In dem dritten Gefäss hatte sich die Verdauung gleichfalls fortgesetzt.

Aber die Zunahme der Auflösung während dieser beiden letzten Stunden war schwach genug gewesen, um zu zeigen, dass die physiologische Grenze der verdauenden Wirkung beinahe erreicht worden war.

In jedem andern Versuche hätte ich angesichts dieses stationären Zustands um so lieber die Untersuchung abgebrochen, da die Rechnung ergab, dass die in nur zwei Stunden gewonnenen 30 Gramm Bauchspeichel beinahe 20 Gramm Eiweiss verdaut hatten.

Bemerken wir aufs Neue, dass, obwohl zu jener 5. Stunde die

höchste Verdauungswirkung erzielt war, die drei Gefässe dennoch gar keinen Fäulnissgeruch entwickelten.

Da es mein Zweck war zu untersuchen, ob es wahr ist, dass ein grosser Ueberfluss der zu verdauenden Nahrungsstoffe bei einem etwas verlängerten Aufenthalt im Wasserbad im Stande ist einen gewissen Grad von Fäulniss zu veranlassen, so setzte ich aufs Neue das dritte Gefäss in's Wasserbad, worin ich es zwei weitere Stunden liess.

Alsdann, nachdem also die 7. Stunde des Aufenthaltes im Wasserbad beendigt war, konnte man offenbar schon einen deutlichen Geruch der beginnenden Fäulniss wahrnehmen.

Aus dieser Thatsache und aus anderen, die ich oben mitgetheilt habe, geht hervor, dass man bei Anstellung physiologischer Verdauungsversuche mit dem Bauchspeichel die zu verdauenden Nahrungsstoffe nur in mittlerer Menge zufügen muss [1]), indem man dafür sorgt, dass man die erlaubte Grenze lieber nicht erreicht, als dass man sie überschreitet.

Ich rathe dringend, dass man, wenn es die Temperatur und die seit dem Auffangen des Bauchspeichels verflossene Zeit erlauben [2]), immer einige vorläufige Versuche anstelle, in welchen man für ein gegebenes Gewicht desselben Saftes stufenweise unterschiedene Mengen des Nahrungsstoffs zusetzt; man geht dann bei Anstellung der endgültigen Versuche viel sicherer zu Werk.

---

1) Man weiss, dass ich in allen meinen Versuchen die Menge des ausgeflossenen Saftes, dessen Klebrigkeit, das etwaige Verhältniss zwischen dem Gewicht oder dem Volumen der verdauten Nahrungsstoffe und demjenigen des in Anwendung gezogenen Bauchspeichels unberücksichtigt lasse, da ich alle diese Anzeichen für unphysiologisch halte. Es kommt mir einzig und allein auf die *absolute* Menge des Nahrungsstoffs an, welche der in einer *ganzen* Drüse enthaltene oder während eines *vollständigen* Verdauungszeitraums ausgeflossene Bauchspeichel auflöst und verdaut. Dieses Kennzeichen ist das einzige, das den Beobachter nicht täuscht.

2) Bei einer Temperatur von 15° C. darf der Bauchspeichel nicht länger als 6 Stunden unbenutzt bleiben, nachdem er aus dem Ausführungsgang abgeflossen ist. Wenn gleich nach der Gewinnung der Bauchspeichel auf einer unter 5° C. liegenden Temperatur erhalten wird, dann kann man 12 Stunden warten; unter diesen Umständen hat man Zeit ein oder zwei vorläufige Versuchsreihen zu unternehmen. Jedenfalls muss man wiederholte Temperaturwechsel vermeiden.

So wie man einmal zu dem Zeitpunkt gelangt ist, in welchem die von Stunde zu Stunde erfolgenden Veränderungen stationär bleiben, muss man aufhören und nicht durch eine missverstandene Ausdauer Gefahr laufen einen physiologischen Versuch in einen Fäulnissversuch zu verwandeln.

5° Dieser letztere Fall kann ferner eintreten:

A. Wenn der behufs der Versuche gewonnene Bauchspeichel von einem kranken Thiere abstammt.

B. Wenn er eiterig ist.

C. Wenn er erst 6, 12, 24 Stunden oder mehrere Tage nach Einlegung des Röhrchens gewonnen war; denn die unvermeidliche Reizung, welche in diesem Falle gegeben ist, hat dann alle Zeit gehabt, um eine regelwidrige Absonderung zu bewirken.

D. Wenn die Absonderung durch das Röhrchen bald nach der Operation aufhörte und erst 6, 12 oder 24 Stunden nachher wiederkehrte; man hat es dann sehr wahrscheinlich mit einer krankhaften Absonderung zu thun.

Dies sind die 5 ungünstigen Bedingungen, welche wenn sie nicht sorgfältig vermieden werden, den Beobachter verführen, dem Bauchspeichel eine Verrichtung abzusprechen, die er besitzt.

V.

Vergleich zwischen dem alten Fistelverfahren und dem der Infusion.

Jeder physiologische Versuch ist eine Art von Analyse, bei welcher man eine, zwei oder mehrere gewöhnliche Bedingungen einer Erscheinung entfernt, um die wahre Ursache dieser letzteren zu ermitteln. So unterbindet man z. B. die Arterien oder die Venen, um zu wissen ob die Absorption durch die Lymphgefässe erfolgt

Die Kunst des Physiologen besteht darin, unter den Verrichtungen oder den physiologischen Bedingungen richtig zu wählen, 1° diejenigen, welche er entfernen will, 2° diejenigen, für die es am wichtigsten ist, dass man sie unversehrt erhalte, so zwar, dass mit Ausnahme des für die Untersuchung Unerlässlichen der physiologische Zustand auf keine Weise beeinträchtigt werde; 3° endlich die so geführten Untersuchungen

hinlänglich abzuändern, um die untersuchte Verrichtung in ihrem *ganzen* physiologischen Umfang kennen zu lernen.

Gelingt dies nicht, dann sinken die Wahrnehmungen zu einer blossen Curiosität herab, und es bleibt unmöglich die eingreifende Bedeutung der Verrichtung im thierischen Haushalt zu bestimmen oder den Grad von Wichtigkeit ihrer Wiederherstellung für das thierische Leben zu beurtheilen [1]).

Wenn der Physiolog eine Bauchspeichelfistel anlegt, muss er 1° den Uebergang des pankreatischen Saftes in den Darm verhindern, um diese Flüssigkeit rein und unvermischt mit Galle, Darmsaft u. s. w. zu gewinnen; 2° die Bauchspeicheldrüse und deren Verrichtung vor jedem Einfluss behüten, der den physiologischen Zustand derselben beeinträchtigen könnte; denn ohne diese Vorsichtsmaassregel könnten die durch den Versuch herbeigeführten pathologischen Störungen die Oberhand gewinnen, so dass die physiologische Ursache der Erscheinungen in den Hintergrund träte und veränderliche, rein zufällige Ergebnisse die regelmässigen Erscheinungen des physiologischen Lebens verdrängten; 3° endlich die verschiedenen Eigenthümlichkeiten der Pankreasabsonderung erforschen, sie nach dem Grade ihres Nutzens ordnen und vor allen Dingen ihre Gesammtwirksamkeit ermitteln, d. h. die Summe der Nahrungsstoffe, welche der Bauchspeichel während jeder Verdauungsperiode zu bewältigen im Stande ist.

Erfüllt das Fistelverfahren a priori diese drei Bedingungen?

1° Die erste ist vollkommen verwirklicht, denn die Gegenwart eines Röhrchens im Ausführungsgang, welches den Saft nach aussen leitet, verhütet in der That jede Berührung mit Magensaft, Darmsaft, Galle und Chymus.

---

[1]) Für diejenigen, die etwa in Abrede stellen möchten, dass es von so grossem Belang sei, diese Grade zu kennen, stelle ich folgende Fragen auf: Hat der Ringfinger für den physiologischen Zustand des Menschen als Greiforgan dieselbe Wichtigkeit wie der Daumen? Wird man darauf ausgehen müssen, eine gewöhnliche Entzündung der Bindehaut des Auges ebenso kräftig zu behandeln, wie eine Entzündung der Hirnhäute? Wird das Leben ebenso gefährdet durch eine Verstopfung des Ausführungsganges der Ohrspeicheldrüse, wie durch eine Verschliessung des Pylorus oder den Mangel von Magensaft, Galle oder Bauchspeichel?

2° Die zweite Bedingung, welche darin besteht, jeden möglichen störenden Einfluss von der Verrichtung der Drüse fern zu halten, muss aber gleichfalls gegeben sein, und darauf bezieht sich die zweite Frage, die wir jetzt beantworten wollen.

Man weiss, dass bei dem in Rede stehenden Verfahren das Pankreas durch eine Oeffnung in der Bauchwand hervorgezogen wird, dass man mit dem schneidenden Werkzeug eine Oeffnung in dem Ausführungsgang anlegt zwischen Duodenum und Pankreas, wegen der Kürze des Kanales von beiden nur wenige Millimeter entfernt, dass man schliesslich das Röhrchen dauernd in dem Ausführungsgang befestigt. Nun unterliegt es aber keinem Zweifel, dass diese nothwendiger Weise in so grosser Nähe der Drüse angebrachte Verletzung für die Erhaltung der Drüsenverrichtung bedenklicher scheint, als wenn die Natur es gestattet hätte, die Wunde viel weiter von dem Organ, dessen Verrichtung unversehrt bleiben soll, anzulegen.

Zu diesem Uebelstand, der sich auf die Wunde bezieht, kommt noch, immer a priori, ein zweiter, welcher von der Anwesenheit und dem verlängerten Aufenthalt des Röhrchens in dem Ausführungsgang in grosser Nähe des Pankreas herzuleiten ist. Die vollständige Unschädlichkeit der Magencanüle, die Jahre lang in der Magenfistel verweilen kann, ohne die Gesundheit der betreffenden Thiere im Geringsten zu schädigen, hat vielleicht irre geführt, als sie die Anwendung des Pankreasröhrchens veranlasste, nicht sowohl für Untersuchungen, wie sie die Graaf aus blosser Neugierde anstellte, wofür sie sich rechtfertigen lässt, sondern für sehr wichtige und genaue, ächt physiologische Forschungen.

A priori hat man vielleicht zu sehr vergessen, dass eine und dieselbe Operation ganz verschiedene pathologische Folgen mit sich führen kann, je nach dem Organ, an welchem sie vorgenommen wird. Um die einfachste Operation als Beispiel zu nehmen, will ich nur hinweisen auf die vollständige Unschädlichkeit der Arterienunterbindung, wenn sie mit den häufigen und bisweilen furchtbaren Zufällen verglichen wird, welche die Unterbindung der Venen bedingt. Es kommt also wesentlich darauf an, die Versuchsweisen vollständig nach der Beschaffenheit der Organe abzuändern. Hat doch jedes Organ seine eigene Be-

stimmung und seine eigenthümliche Empfindlichkeit; das Auge nimmt ein Sandkorn anders auf, als der Mund, und das Pankreas gewöhnt sich keineswegs nach Art des Magens an Fisteln. Dieser Unterschied ist so eingreifend, dass Röhrchen, die in Pankreasfisteln eingebracht werden, statt wie die in den Magen eingeführten Jahre lang zu verweilen, nach einigen Tagen oder Wochen herausfallen.

Eine Canüle ist ohne Zweifel ein fremder Körper, aber wie viel fremde Körper vermag nicht der Magen zu beherbergen! Kümmert er sich um Speisen und Getränke, um Pillen und Kerne, die man ihm täglich einverleibt? Liegt es nicht an diesem physiologischen Verhalten, an diesem glücklichen Umstande dass es möglich war, ohne nachtheilige Folgen Magenfisteln anzulegen und dieselben 2—3 ganze Jahre bei Thieren zu erhalten, und dass diesem Versuchsverfahren ein so hoher Werth beigelegt werden kann? Ist es dagegen nicht durchaus unphysiologisch, wenn ein Röhrchen in dem Ausführungsgange der Bauchspeicheldrüse verweilt? Warum ist letzterer so dünn, so kurz, warum verläuft er in den Wänden des Zwölffingerdarms, warum ist er durch seine schräg abgeschnittene Mündung von allen Seiten vor dem Eindringen fremder Körper geschützt?

Die Empfindlichkeit der Bauchspeicheldrüse, welche den Physiologen so bekannt ist, ist so gross, dass sie nur etwas länger an der Luft zu liegen und mit den Fingern gerieben zu werden braucht, um die Secretion zu verderben. Genügt dies nicht, um zu beweisen, dass es weder rationell, noch vorsichtig ist, an seinem Ausführungsgang zu operiren und ein Röhrchen darin zu lassen, dass nur wenige Millimeter vom Drüsengewebe entfernt ist?

Wenn die Anlegung einer Bauchspeichelfistel die Vorwürfe nicht verdient, welche wir soeben a priori erhoben, dann müssen wir jedenfalls nach der Operation die Absonderung gleichförmig erfolgen sehen, das heisst, mit der Regelmässigkeit, die das Merkmal eines physiologischen Zustandes ist.

Wir wollen nacheinander die Menge und die Beschaffenheit des Saftes untersuchen.

Ich will annehmen, dass man zehn Operationen nacheinander anstellt, dass sie von geübten Händen schnelle ausgeführt werden.

Allsogleich wird ein Punkt auffallen, nämlich eine ausserordentliche Unbeständigkeit der Ergebnisse.

A. Bald sieht man den Saft ausfliessen, während der Verdauung sich vermehren, nach ihr an Menge abnehmen, so dass während des darauf folgenden Nüchternseins nur sehr wenig abgesondert wird. Man trifft diesen Fall nur ein oder höchstens zwei Mal unter zehn, es ist eine seltene und verhältnissmässig glückliche Ausnahme.

B. Ein anderes Mal fliesst der Saft aus, vermehrt sich, aber vermehrt sich unaufhörlich, von Stunde zu Stunde, von Tag zu Tag, bis er eiterig wird und das Röhrchen ausfällt oder das Thier stirbt. Dies begegnet etwa drei Mal unter zehn Fällen.

C. In anderen Fällen hört der Ausfluss des Saftes, der sich im Augenblick der Operation einstellte, plötzlich auf, obwohl das Röhrchen wegsam ist. Dies trifft vier bis fünf Mal unter zehn Fällen zu. Die Stockung des Ausflusses dauert $^1/_2$, 1, 2, 3, bis 4 Stunden. Später beginnt der Saft wieder zu fliessen, aber gewöhnlich findet nach einigen Stunden eine krankhaft vermehrte, unaufhaltsame Absonderung statt, oder der Saft wird eiterig.

Die Erfahrung lehrt also, dass das Fistelverfahren die zweite Bedingung nicht erfüllt; die Wunde und der fremde Körper, welche sich beide der Drüse so nahe befinden, haben in der Regel zur Folge, dass die Verrichtung der Drüse nicht unversehrt bleibt; wir machen indess darauf aufmerksam, dass unsere Kritik einstweilen nur die Menge des Saftes betrifft, wir werden uns später mit seinen Eigenschaften beschäftigen.

Ist man denn aber wenigstens sicher, dass in den Fällen, in welchen gar kein, ein mässiger oder ein reichlicher Ausfluss durch das Röhrchen stattfindet, auch die Absonderung der Drüse richtig, mässig oder reichlich ist? Giebt der sichtbare Abfluss einen Maassstab für die Gesammtabsonderung?

Wäre dem so, dann könnte man die Fehlerquellen, welche von der pathologischen Thätigkeit nach der Operation herrühren, dadurch vermeiden, dass man unter den zehn Operationen nur die beiden benützte, welche durch einen unmittelbaren und dem Anschein nach gehörigen Erguss von Bauchspeichel am wenigsten bedenkliche Folgen mitbringen;

man würde die acht anderen verwerfen, weil sie ein mit Fehlerquellen behaftetes, unreines Material darbieten.

Unglücklicher Weise würde auch dieser Ausweg eine Täuschung veranlassen. Es ist unmöglich nach dem sichtbaren Erguss von Bauchspeichel die allgemeine Absonderungsthätigkeit des Pankreas zu beurtheilen. Denn die Drüse hat zwei Ausführungsgänge, die mit einander anastomosiren; der eine, den man nicht sieht, wird durch die Operation gar nicht behelligt, er ist nicht verwundet worden, führt keine Canüle, öffnet sich frei in den Darm; der andere, aus dem man den Saft abfliessen sieht, ward verwundet, angeschnitten, seine Wände sind vielleicht durch den fremden Körper, die Canüle, gereizt; abgesehen davon, dass das Kaliber dieses Ausführungsganges sicherlich durch das Werkzeug geschmälert wird, kann er krampfhaft zusammengezogen sein, von zufälligen Klappenbildungen, Falten und dgl. gar nicht zu reden. Auf der andern Seite kann dieser Ausführungsgang durch eine Schwächung oder Lähmung seiner Wände erweitert sein, und man hat dann *dem Anschein nach* einen veränderten, bald mässigen, bald reichlichen Abfluss durch das Röhrchen, ohne dass *in Wirklichkeit* die Gesammtthätigkeit der Drüse die geringste Veränderung erfahren hat.

Ausserdem muss man, wenn reichlich Bauchspeichel durch das Röhrchen abfliesst, die Frage aufwerfen, ob dies einer Reizung der Drüse zuzuschreiben ist, die etwa mit dem pathologischen Thränenfluss zu vergleichen wäre, der in Folge eines unter die Augenlieder gerathenen Sandkornes entsteht, oder aber einer regelmässigen Verrichtung des Pankreas, wie sie durch die Verdauung allein herbeigeführt wird, ohne dass eine durch das Röhrchen bewirkte pathologische Reizung im Spiele wäre.

Um aber auf unsern Gegenstand zurückzukommen, müssen wir darauf aufmerksam machen, dass, wenn in einem gegebenen Falle ein reichlicher, in einem anderen ein spärlicher Abfluss von Bauchspeichel stattfindet, bei der Abwesenheit jeder Anzeige über den Erguss, der durch den zweiten Ausführungsgang erfolgt, unmöglich bestimmt werden kann, in welchem von beiden Fällen der Gesammtabfluss, d. h. die allgemeine Thätigkeit der Drüse am besten erhalten war.

Wenn aber das Fistelverfahren nicht dazu geeignet ist, die Verrichtung

der Drüse quantitativ ganz unversehrt zu erhalten, so ist es andererseits auch ungeeignet darüber zu belehren, in *welchem Maasse die Quantität von der Regel abweicht,* denn der sichtbare Abfluss steht in gar keinem Verhältniss zum unsichtbaren oder allgemeinen.

Und gerade ein solches Verhältniss müsste durchaus bekannt sein, um über das Maass von Vertrauen urtheilen zu können, das man in die Unschädlichkeit des Verfahrens setzen dürfte.

2⁰. Wenn man nicht mehr nach der Menge des abgesonderten Saftes fragt, sondern nach seinen Eigenschaften, so haben wir zu ermitteln, ob das, was man in Erfahrung bringt, die Befürchtungen rechtfertigt, welche die Anlegung einer Pankreasfistel a priori erweckt.

Nun zeichnen sich aber die Folgen der Operation durch eine ausserordentliche Veränderlichkeit aus. Diese Veränderlichkeit betrifft viel weniger die Alkalinität, die Gerinnbarkeit, die physiologische Thätigkeit des Emulgirens der Fette und der Zuckerbildung aus Stärkmehl, als das specifische Gewicht und den Einfluss auf die eiweissartigen Nahrungsstoffe. Wie könnte es auch anders sein ? Vor dem Nachweis, den ich mit Hülfe von Infusionen entdeckt habe, und den das Fistelverfahren selbst bestätigt hat, wusste man nicht, dass das Bauchspeichelferment, welches die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe zu verdauen vermag, sehr verschieden ist, je nachdem der Magen angefüllt ist (wo man es vorfindet), oder aber im Zustande des Nüchternseins (wo es fehlt), dass es fortwährend in Menge schwankt, indem es zunimmt von der ersten bis zur 6. Stunde an, wo es sehr reichlich gebildet wird, um wieder bis zur 9. Stunde abzunehmen, zu welcher es erschöpft ist.

Es würde also genügen, dass die aufgefangenen Flüssigkeiten zu verschiedenen Stunden in der Drüse gebildet wären, damit daraus eine ausserordentliche Unbeständigkeit in jener physiologischen Wirksamkeit hervorginge.

Diejenigen, welche die Sache am wenigsten genau nahmen (mochten sie nun alle günstigen Fälle gesehen haben oder nicht) sprachen sich dafür aus, dass der Bauchspeichel die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe nicht verdaute. Die genauesten Beobachter mussten sich bald dafür, bald dagegen erklären, indem sie immer Widersprechendes erfuhren.

Jetzt ist Licht über diesen Punkt verbreitet, die Ursache jener Unbeständigkeit ist erkannt und kann vermieden werden. Die zu untersuchenden Drüsen müssen zu einer bestimmten und eigenen Stunde gewählt werden.

Es bleibt nun noch die Unbeständigkeit übrig, die in dem Fistelverfahren selbst begründet ist. Wenn man sich erinnert, dass oftmals die Absonderung des Bauchspeichels statt mit der Magenverdauung zu wachsen und abzunehmen, gleich nach der Operation beständig zunimmt und zwar von Tag zu Tag in der Weise, dass der Saft am 2. oder 3. Tage eiterig ist: dann kann man nicht in Abrede stellen, dass die Operation und das Röhrchen eine tiefe Veränderung in den Eigenschaften des Bauchspeichels hervorgerufen haben.

Aber längst bevor der Saft eiterig wurde und damit das Aeusserste eines pathologischen Zustandes eintrat, war die Absonderung verändert. Wann hat diese auch nur leichte Veränderung begonnen? In welchem Augenblick? Welches Merkmal muss dem gewonnenen Saft für physiologische Untersuchungen das Vertrauen entziehen?

Und wenn nach der Operation die Absonderung, die im Gange war, plötzlich stockt, um sich erst 2 oder 3 Stunden später wieder einzustellen, darf der alsdann aufgefangene Saft trotz dieser tiefen Störung in der Absonderung dennoch benutzt werden? Kann er zu physiologischen Entdeckungen führen, muss er nicht vielmehr dazu verleiten als physiologische Ergebnisse anzusehen, was nur durch die krankhafte Absonderung erworbene positive oder negative Eigenschaften sind?

Haben die Wunde und das Röhrchen in der Nähe der Drüse nur eine der Erscheinungen des Absonderungsvorganges verändert und nicht zugleich die andere?

Leider weiss man, dass eine solche Trennung in der Natur nur selten sich ereignet; wenn die Absonderung einer Drüse in ihrer Menge beeinträchtigt wird, dann ist die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass das Gleichgewicht überhaupt gestört und dass die Eigenschaften des abgesonderten Saftes verdorben werden.

In der That giebt es bei jeder Drüsenverrichtung zweierlei zu unterscheiden. Zunächst handelt es sich um eine innere Bildungsthätigkeit, einen langsamen verwickelten Ernährungsvorgang, durch

welchen die Drüse feste und gelöste Stoffe bildet, die ihr eigenthümlich sind und eine bestimmte Rolle im thierischen Haushalt spielen.

Für die Bauchspeicheldrüse ist das Pankreasferment die Frucht dieses Ernährungsvorgangs.

Die zweite Thätigkeit zeigt eine grössere Geschwindigkeit, sie ist weniger ein Ernährungsvorgang als ein Mechanismus, woraus der Zufluss eines wässerigen Saftes, die Verdünnung, Auflösung und Absonderung der vorhin bezeichneten Stoffe hervorgeht.

Wenn nun die Absonderung $^1/_2$, 1, 2, 3, 4 Stunden stockt, dauert dann die bildende Thätigkeit regelmässig fort, oder drückt ihr der pathologische Einfluss der Operation sein Gepräge auf? Wenn unter diesem letzten Einfluss die zweite Erscheinung durch einen übermässigen Erguss beweist, dass sie Noth leidet, widersteht dann die Bildungsthätigkeit der schädlichen Einwirkung des Versuchs?

Man begreift, dass im Anfang des reichlichen Zuflusses das Ferment, welches in der Drüse schon vor der krankhaften Reizung physiologisch gebildet war, vielleicht in einem sehr verdünnten Zustande abgesondert wird, ohne jedoch verändert zu sein, und dass der im Anfang übermässige Erguss, wenn auch in einem geschwächten Grade alle Eigenschaften des regelrechten Saftes bestehen lässt.

Muss aber durch jene Reizung, durch jenen verlängerten Abfluss nicht eine tiefe Erschöpfung und eine wirkliche Verderbniss der Drüsenernährung entstehen? Und wann beginnt diese Erschöpfung oder Verderbniss?

Wie viel unbekannte Grössen, wie viel Zweifel bringt jene Operation mit sich, die ganz ausdrücklich jene zweite Bedingung erfüllen sollte, dass *die zu untersuchende Verrichtung vor jeder Störung zu behüten sei.*

Es kann nicht schwer fallen, auf einige dieser Bedenken zu antworten. Freilich, wird man sagen, mag die Operation in der Regel die Drüse krank machen, allein man muss für die Untersuchung eben nur normalen unversehrten Saft benützen. Der Rath wäre schon gut, aber wie soll man ihm folgen? Allerdings wird man, wenn dieser Saft *alle* bekannten Eigenschaften zeigt, sich auf ihn verlassen können und sich jeden Verdachtes entschlagen dürfen. Wenn aber alle diese Eigenschaften *nicht bekannt* sind, wie soll man denn entscheiden? Wie sollte man

jenen unzuverlässig erkannten Bauchspeichel, dessen Eigenschaften man prüfen soll, bevor man ihn als Zeugen zulässt, benutzen können, um neue Eigenschaften desselben zu entdecken? Welchen Werth könnte sein Zeugniss haben, wenn von einer streitigen Eigenschaft die Rede ist?

Eben diese Ungewissheit hat die Beobachter, welche dem Fistelverfahren trauten, zu jenen wiedersprechenden Aussagen geführt, auf welche wir hingewiesen haben; in der That stiessen sie bald auf normale, bald auf krankhafte Absonderungen, und ihre Versuche mussten daher Wiedersprechendes ergeben. Eben diese Unsicherheit hat es verhindert, dass das Fistelverfahren, welches 200 Jahre früher als das der Infusion in Anwendung gebracht ward, die Entdeckungen anbahnte, welche das letztere verwirklicht hat.

3° Ist das Fistelverfahren, als Hülfsmittel der Untersuchung, geeignet die dritte Bedingung zu erfüllen, dass man vermittelst desselben die gesammte Verdauungskraft des Pankreas, die Summe der Nahrungsstoffe, welche der Bauchspeichel während jeden Verdauungszeitraumes zu bewältigen hat, erforschen solle?

Man weiss auf das Genaueste, wie viel Nahrungsstoffe ein einzelner Mensch täglich aufnimmt; allerdings verändert sich die Zahl ein wenig, je nach den individuellen Verhältnissen, allein die Durchschnittszahl ist so wahr und sicher, dass man sie, wie der Versuch des Bestimmtesten nachgewiesen hat, benützen kann, um zu bestimmen, wie viel Nahrung man jedem Soldaten geben muss, damit er sich wohl und kräftig befinde.

Wenn die Menge der erforderlichen Nahrungsstoffe so fest steht, dann kann es keinem Zweifel unterliegen, dass auch die mittlere Verdauungskraft, welche dem Organismus zur Verfügung steht, den einzelnen Nahrungsstoffen gegenüber eine bestimmte Grösse darstellt.

Jene Verdauungskraft hängt, wie man weiss, zum grösseren Theile[1])

1) Die Küchenzubereitung, das Kauen, die mächtigen Bewegungen des Magens und der Gedärme, welche die Nahrungsmittel zertheilen, die Nahrungsstoffe mit den Verdauungssäften mischen, fortwährend die Berührungsoberfläche erneuern, sodann die Absorption selbst, welche zu dieser Erneuerung beiträgt, sind mächtige Hülfsmittel um die ganze Energie jener Säfte zu entwickeln.

von den Fermenten des Speichels, des Magensaftes, des Bauchspeichels, der Galle und des Darmsaftes ab.

Nichts mehr zu wissen, als dass jedes dieser Fermente diesen oder jenen Nahrungsstoff verdaut, wäre eine müssige Weisheit.

Ist es nicht viel wichtiger und nützlicher zu wissen, 1.° wie viel sie unter physiologischen Verhältnissen verdauen, 2° auf dem Versuchsweg zu ermitteln, um wie viel jene Verdauungskraft bei pathologischen Störungen für jeden Saft abnimmt, damit sich endlich ein Mal die Medicin aus ihrer tiefen Unwissenheit über diese verschiedenen Punkte zu einer rationellen Diätetik erhebe, welche den Gebrechen oder Erfordernissen der verschiedenen pathologischen Zustände Rechnung trägt.

Das Verfahren einiger Physiologen ist in dieser Beziehung wahrhaft sonderbar. Es giebt deren, die, wenn sie einen Saft aus dem Magen schöpfen oder eine Flüssigkeit vor sich haben, die durch den Stenon'schen oder Wharton'schen Gang ausgeflossen ist, ermitteln, dass der eine sauer, der andre alkalisch reagirt, und daran den Magensaft und den Bauchspeichel erkennen, als wenn die Verrichtung, welche diese im thierischen Haushalt erfüllen, darin bestände, alkalisch oder sauer zu sein!

Andere, die weiter vorgeschritten sind, nehmen eine beliebige Menge Magensaft, ohne dessen Menge im Vergleich zu der bei einer Mahlzeit stattfindenden Gesammtabsonderung zu kennen, sie nehmen eine beliebige Menge von einem stickstoffhaltigen Nahrungsstoff, sehen dass dieser letztere sich auflöst, und erklären darnach den Magensaft für normal, als wenn es genügte, wenn der Magensaft etwa bei jeder Mahlzeit $^1/_{1000}$ Pfund des stickstoffhaltigen Nahrungsstoffs verdaute, um ihm eine normale Function zuschreiben zu dürfen!

Andere wieder sehen durch einen Ausführungsgang des Pankreas Bauchspeichel abfliessen, sie finden ihn dickflüssig und sehen, dass er eine seinem Gewicht gleichkommende Menge Oel emulgirt, und erklären darnach, dass der Bauchspeichel normal ist und das Pankreas seine regelrechte Thätigkeit entfaltet. Als wenn es genügte, dass das Pankreas überhaupt absondert, und wäre es nur der hundertste Theil von der Menge, welche es absondern soll, damit der Bauchspeichel normal und die Drüsenverrichtung unversehrt sei.

Man muss die Verdauungssäfte weder nach ihren physischen und chemischen Merkmalen, noch nach ihrer Dichtigkeit, noch nach ihrer Menge beurtheilen, sondern ausschliesslich nach dem Gesammtmaass ihrer verdauenden Wirksamkeit.

Um dieses Maass festzustellen, wird es nicht genügen zu finden, dass ein dickflüssiger Saft viel Nahrungsstoff verdaut, man muss ferner wissen, wie viel von jenem Saft geliefert wurde, nicht etwa in einer Stunde, sondern in einem gesammten Verdauungszeitraum; die absolute Menge von Nahrungsstoff, welche der während eines solchen Zeitraums gelieferte Saft verdaut, wird in der That ein richtiges Maass abgeben für die Unversehrtheit, die Kraft oder die Schwäche der Verrichtung.

Wenn man so verfährt, wird man bald gewahren, dass sehr wenig darauf ankommt, ob der Saft dickflüssig ist, wenn er im Ganzen genommen weniger wirksam war, weniger reichlich oder nur während einer kurzen Zeit abgesondert wurde; dass wenig darauf ankommt, ob er reichlich ausfloss, wenn er im Ganzen während eines Verdauungszeitraumes ein kleineres Gewicht von Nahrungsstoff verdaut hat, weil er von vornherein weniger wirksam war.

Vermeidet man diese Irrthümer, dann wird man zu festen Durchschnittszahlen gelangen, wie ich deren nach dem Beispiel mehrer deutscher Physiologen selbst gewonnen habe. Unter dieser Bedingung wird jeder unter denselben Umständen unternommene Versuch gleiche Resultate ergeben, so lange der physiologische Zustand erhalten ist.

Nach diesen Erläuterungen kann ich mit einem Worte zeigen, dass das Fistelverfahren die dritte Bedingung auf keine Weise erfüllt.

In der That entweicht durch dieses Verfahren ein Theil des Bauchspeichels auf unsichtbare Weise durch den zweiten Ausführungsgang in den Darm; man weiss niemals, wie gross die Wirksamkeit und Menge dieses Antheils ist; es ist somit unmöglich zu wissen, wie viel Saft die Drüse in einer Stunde, in zwei Stunden oder während eines ganzen Verdauungszeitraumes geliefert hat; folglich kann niemals die Gesammtmenge stickstoffhaltigen Nahrungsstoffs gewürdigt werden, welche das Pankreas während des Verdauungszeitraums bewältigen kann; d. h. aber der wahre und vollständige Stand der Verrichtungen, den der physiologische Versuch ermitteln sollte, bleibt unbekannt.

Um schliesslich einen letzten Einblick in die Mangelhaftigkeit des Fistelverfahrens zu gewähren, will ich bemerken, dass man, wenn zehn Versuche gemacht werden und nach jedem die Menge von Nahrungsstoff bestimmt wird, welche all' der gewonnene Saft verdaut, *niemals vergleichbare Ergebnisse erhalten wird,* mag man auch noch so viel Bauchspeichel aufgefangen haben, oder irgend ein beliebiges Verhältniss zwischen dem durch das Röhrchen aufgefangenen und dem in den Darm entwichenen Saft angenommen haben. Das Merkmal des gehörig untersuchten und vollkommen erkannten physiologischen Zustandes ist aber gerade Beständigkeit und Bestimmtheit. Aus diesem Gesichtspunkt würde sich das Infusionsverfahren als ganz vorwurfsfrei darbieten; die damit gewonnenen Resultate sind, alles Uebrige gleichgesetzt (und diese Bedingung ist leicht zu erfüllen), beständig; so darf ich behaupten, dass jedes Pankreas, welches einem Hunde, der regelmässig, physiologisch zur 6. Stunde nach einem reichlichen gemischten Mahle angelangt ist, mit Wasser in zwei Stunden oder selbst in einer Viertelstunde eine Infusion giebt, welche in 4—6 Stunden das bestimmte Gewicht von 35—50 Gramm geronnenen Eiweisses zu verdauen vermag. So ist also um die 6. Stunde der physiologische Zustand für die Wirksamkeit des in der Drüse enthaltenen Bauchspeichels gegeben, und jene Zahlen lehren die Grenzen der dabei obwaltenden Schwankungen kennen. Obgleich nun nach meiner Ansicht dieses Verfahren die Anlegung einer Fistel unendlich übertrifft, so ist es doch nicht frei von allen Bedenken.

Wir wollen diese Bedenken erörtern, indem wir immer festhalten an den drei Bedingungen, welche für jede wahrhaft physiologische Untersuchung der Bauchspeichelverrichtung als unerlässlich erkannt wurden.

1° Für diejenigen, die annehmen, dass selbst die rein physisch-chemischen Vorgänge des Lebens mit dem Tode allsogleich aufhören, muss das Infusionsverfahren in Wegfall kommen, und dies ist der schlimmste Einwurf von allen!

Wenn dieses Verfahren zur Anwendung kommt, sind das Thier und seine Bauchspeicheldrüse todt, der Bauchspeichel ist todt!

Dieser harte Einwurf ist einigermassen aus der Luft gegriffen; die Zusammenziehung der Muskeln, durch welche die Bewegung der

Finger hervorgebracht wird, ist ein physischer Akt; das Thier stirbt, der Muskel ist todt; er muss alle Fähigkeit der Zusammenziehung verloren haben, wenn der Einwurf gegen den Zustand von Leben oder Tod begründet ist.

Ich reize mit einer Nadel, mit einem elektrischen Strom, der Muskel zieht sich zusammen, der Finger bewegt sich. Hat er also aufgehört todt zu sein? Keineswegs. Aber die physische Eigenschaft der Contractilität, die dem Muskel vermöge des Lebens zukommt, hat den Tod überlebt.

Betrachten wir chemische Vorgänge.

Ein Thier befindet sich inmitten der Magenverdauung; der Magensaft ist abgesondert, er ist im Zuge durch einen chemischen Vorgang die Nahrungsstoffe im Magen aufzulösen, in diesem Augenblicke wird das Thier getödtet, der Magensaft ist todt.

Der Magensaft muss alle chemische Wirkung eingebüsst haben, wenn dieselben Kritiker Recht behalten sollen.

Wer aber wüsste nicht, dass es genügt, alsdann den Mageninhalt herauszunehmen und ihn bei der Wärme des lebenden Körpers in's Wasserbad zu bringen, damit der Auflösungsvorgang sich fortsetze als wenn er sich noch im lebenden Körper ereignete, so zwar, dass die Verdauung der Nahrungsstoffe zu Ende geführt wird?

Wer sollte verkennen, dass die Eigenschaft, welche das Leben dem Magensafte ertheilt hat, nach dem Tode fortbestand?

Würde das Pepsin im Stande sein der Therapie einen einzigen Dienst zu erweisen, wenn die chemische Eigenschaft, die ihm während des Lebens innewohnte, im Augenblick des Todes verloren ginge?

Sollten denn die skeptischen Gelehrten, von denen ich rede, vergessen haben, dass in Fällen, in welchen das physiologische Leben durch die Hinrichtung plötzlich aufhört, der Magensaft eine so grosse Wirksamkeit behauptet, dass er die Magenwände wie einen Nahrungsstoff angreift und sie im Leichnam durch Selbstverdauung auflöst. Was kann man mehr verlangen? Diese durch den Magensaft oder das Pepsin noch nach dem Tode bewirkte Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe giebt nicht nur eine Auflösung mit all' den chemischen Merkmalen, welche die Verdauung im lebenden Magen

mit sich bringt, sondern die organoleptischen Merkmale, welche der Untersuchung des Harns nach Einspritzung in die Venen entnommen werden, haben diese Aehnlichkeit vervollständigt (Vgl. unsere Abhandlung vom Jahre 1854 sur les alimens et les nutrimens. Paris bei Labé 1854)

Als Hauptbeweis werden wir aber in einer mit Schiff gemeinschaftlich unternommenen Arbeit auf ein Organ hinweisen, dessen Verrichtung sich nicht nachahmen lässt, das aber aufhört zu functioniren, wenn man die Verdauungsthätigkeit des Magensaftes aufhebt, *und von Neuem kräftig, bestimmt und sicher thätig wird,* wenn man ihm die Erzeugnisse der Magenverdauung darbringt, nicht etwa diejenigen, die während des Lebens bereitet wurden, sondern die Produkte, die durch eine nach dem Tode vollzogene Verdauung entstanden sind.

Man wird sich nicht darüber wundern, wenn der Bauchspeichel ganz so wie der Magensaft, den Einwürfen, die man dem Zustande des Todes entnommen hat, zum Trotz, falls er im Augenblick des Todes aus der Drüse bezogen wird, ziemlich lange seine verdauende Wirksamkeit beibehält, und wenn diese letztere genau dieselbe ist, wie diejenige, welche er entfaltet, wenn er sich in das Duodenum lebender Thiere ergiesst.

Ausserdem wollen wir darauf aufmerksam machen, dass jene Einwürfe, welche man vom Zustande des Todes hernimmt, um sie gegen die Infusion der Drüse zu benutzen und dem Fistelverfahren den Vorzug zu ertheilen, dem Zwecke ihrer Vertreter schnurstracks entgegenlaufen.

Wenn der Bauchspeichel in der That alle seine chemisch-physiologischen Eigenschaften in demselben Augenblicke, in welchem er dem Leben entzogen wird, verlöre, wie sollte er sie dann nicht verlieren, sowie er beim Fistelverfahren aus dem Körper ausfliesst und in einem Gefässe aufbewahrt wird? Sollte er sie durch das Infusionsverfahren verlieren, weil man ihn lieber, als in einem Gefässe in dem noch warmen, man möchte sagen klopfenden Gewebe der Drüse aufbewahrt hat?

2° Man hat noch einen andern Einwurf gegen das Infusionsverfahren erhoben. Derselbe besteht darin, dass man von vorn herein alle Ergebnisse zurückweist, die mit dem Infusionsverfahren gewonnen

sind, weil das Wasser aus der Drüse nicht nur das Pankreasferment sondern auch verschiedene Blutbestandtheile auswäscht.

Wir antworten darauf mit der Frage, welcher Versuchsweise in der Physiologie ein geringeres Desideratum, ein kleinerer Uebelstand anklebt? Etwa der Durchschneidung eines Nerven, wenn man die Eigenschaften des Nervensystems erforscht, oder der Unterbindung einer Arterie, um eine Frage über den Kreislauf zu erledigen? Oder hat beim Studium der Verdauung die Anwesenheit eines Röhrchens in einer Wunde des Bauches oder des Bauchspeichelganges weniger auf sich? Sollte jene kleine Blutmenge, welche den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen gegenüber gar keine Verdauungskraft besitzt, dem pankreatischen Saft der Drüse eine Eigenschaft ertheilen, die ihm nicht von vorn herein zukäme? Und auf der andern Seite, wenn jene kleine Blutmenge im Stande wäre, die Eigenschaften des aus der Drüse bezogenen Bauchspeichelsaftes zu verändern, könnte dann dieser ohne Veränderung zu erleiden, frisches Fleisch verdauen, worin doch jenes verhängnissvolle Blut vorhanden ist? Wenn also gar keine Berührung den Bauchspeichel in der Drüse hat verändern können, so wird die erste Bedingung durch das Infusionsverfahren erfüllt, zwar nicht so gut, aber eben so wesentlich wie durch das Fistelverfahren.

Der Vorzug, den die Infusion vor dem Fistelverfahren verdient, beruht hauptsächlich auf der vollständigen Erfüllung der zweiten Bedingung, denn während der operative Eingriff bei der Fistel die Verrichtung der Drüse ganz oder theilweise durch einen erzeugten Reizzustand in Unordnung bringt und durch den zweiten Ausführungsgang unvermerkt die Bestandtheile entwischen lässt, an denen man bestimmen könnte, ob die Verrichtung in Wirklichkeit unversehrt und normal ist, wird bei dem Infusionsverfahren die Drüse inmitten des vollkommensten physiologischen Zustandes ergriffen und in der Drüse das Verdauungsferment, welches in ihrem Innern zu einer gegebenen Stunde nach der Mahlzeit entwickelt ist.

Der physiologische Zustand ist so beständig, dass Versuche, die unter gleichen Umständen angestellt werden, auf sichere Weise ähnliche Resultate ergeben; wenn eine der Bedingungen verändert wird, so entsteht jedes Mal ein verschiedenes Resultat, aber beständig in

seiner Verschiedenheit. Ueberdies sind alle Ergebnisse immer unter sich vergleichbar, wenn nur die ganze Drüse — und dieser Punkt ist wesentlich — genommen worden ist.

Um eine Vorstellung von dieser Beständigkeit zu geben, wollen wir nur in kurzen Sätzen unsere Erfahrungen mittheilen, so leicht ist es die Versuche zu wiederholen.

Wir haben in aller Strenge beobachtet, dass die Bauchspeicheldrüse, wenn sie um die 6. bis 7. Stunde nach der Mahlzeit genommen wird, den Bauchspeichel immer in grösserer Menge liefert als zu jeder anderen Stunde; in der That verdaut der Aufguss zu jener Zeit immer die grösste Menge von Nahrungsstoff.

Als wir alle Infusionen, die aus einer grossen Zahl von Bauchspeicheldrüsen gewonnen wurden, mit einander verglichen, fanden wir, dass diese Fermentmenge innerhalb der Grenzen, in welchen sich physiologische Vergleichungen bewegen, immer ähnlich ist für Bauchspeicheldrüsen, welche um die 6. Stunde aus dem Thier genommen wurden, d. h. es wurde durch dieselbe die gleiche Menge Nahrungsstoff verdaut. Wir haben diese Menge für gekochtes Eiweiss z. B. mit ziemlicher Genauigkeit zu 35—50 Gramm bestimmen können.

Indem wir die Eiweissmenge berücksichtigen, welche durch den Aufguss eines Pankreas aufgelöst ward, das wir zur 6. Stunde dem Thier entnahmen, haben wir Bauchspeicheldrüsen eine Stunde nach der Mahlzeit angewendet und ermittelt, dass dieselben nur wenig Ferment enthielten und nur eine kleine Menge Eiweiss verdauten.

Mit Pankreasaufgüssen, welche in der 2., 3., 4., 6., 7. Stunde bereitet wurden, konnten wir mit der Wage in der Hand bestimmen, dass die Verdauungskraft, d. h. die Menge des verdauten Nahrungsstoffs bis zur achten Stunde stieg.

Wir haben ermittelt, wie dies vor langer Zeit bereits mitgetheilt wurde, dass der grösste Reichthum der Bauchspeicheldrüse im entwickelten Ferment sich um die 5. bis 7. Stunde vorfindet.

Seitdem haben wir bestimmt, dass im Gegensatz hierzu die vollständigste Erschöpfung um die 10 bis 12 Stunde nach der Mahlzeit besteht. Um diese Zeit verdaut der Aufguss eines ganzen Pankreas kaum 10 Gramm Eiweiss, so zwar, dass man um das Pankreas unwirksam zu

finden, man nur die 10 bis 12 Stunde nach einem mässigen Mahle zu wählen braucht.

Später, vor der 15 Stunde in dem Maasse, in dem sich das Fasten verlängert, bildet sich auch ohne frische Mahlzeit gleichsam zum Vorrath ein wenig Ferment in der Drüse; dieser Vorrath ist allerdings gering, aber er könnte unachtsame Beobachter irre führen. (Ich habe auf eine ähnliche Erscheinung für den Magen bei einer verlängerten Enthaltsamkeit hingewiesen. Man wird diese Angabe in Longet's Physiologie finden, erste Ausgabe, Bd. I. p. 185).

Der bezeichnete Vorrath, der bisweilen in der ersten Stunde nach der Mahlzeit abgesondert wird, ist hinsichtlich seiner Menge durchaus nicht mit dem Reichthum zu vergleichen, den das Pankreas um die 5., 6., 7., 8., Stunde der Magenverdauung zeigt.

Auf den ersten Blick wird man glauben, dass eine Unzahl von Vorsichtsmassregeln erfordert wird, um die verschiedenen, aber in ihrer Verschiedenheit beständigen Resultate zu erzielen, die ich soeben aufgeführt habe, da so viel unbeständige Factoren bei den Thieren mitspielen. Wenn man aber den Weg des Versuches einschlägt, dann wird man finden, vorausgesetzt 1°, dass dieselbe Thierart, der Hund, gewählt wird, 2°, dass das Alter der Hunde zwischen 2 und 5 Jahren liegt, 3°, dass das Gewicht der Hunde nur zwischen 12 und 16 Kilogramm schwankt, 4°, dass jedes Thier dieselbe reichliche Menge von Nahrungsmitteln erhält, 5°, dass die Beschaffenheit der Nahrungsmittel für alle Thiere die gleiche ist, d. h. ein Gemenge von gekochtem Fleisch, von Brod u. Fleischbrühe, welche die Nahrung befeuchtet, nicht überschwemmt, dass die Thiere weder bei noch nach dem Mahle saufen, noch selbst in den fünf Stunden, welche dem Mahle vorangehen, 6°, dass dieser Mahlzeit um 15 bis 20 Stunden ein leichtes, nur aus etwas Brod und Fleischbrühe bestehendes Mahl vorausgeht, dass man dieselben Resultate erhält, wie ich. 7°, es braucht nicht hervorgehoben zu werden, dass das Pankreas im Augenblick des Todes benutzt werden muss (ich ziehe die Durchschneidung des verlängerten Marks behufs der Tödtung andern Methoden vor). Man muss das Pankreas gleichmässig und fein mit der Scheere zerschneiden, und, welches auch das Gewicht der Bauchspeicheldrüsen sein möge, jede

für sich in eine gleiche Wassermenge bringen, bei der gleichen Temperatur und während gleich langer Zeit damit alle Umstände vergleichbar seien. 8° Man muss das Verdauungsgemisch und die künstliche Verdauung gleichfalls zu derselben Zeit einrichten.

Ich kann versichern, dass unter Beachtung dieser gleichmässigen Bedingungen, die leichten Schwankungen in der Gesundheit, dem Alter, dem Gewicht des Körpers oder der Bauchspeicheldrüse, nur sehr geringe Abweichungen in den Resultaten hervorbringen.

Ich habe gefunden, dass es für die Bauchspeicheldrüse eines Hundes ziemlich gleichgültig ist, ob man den Aufguss mit 100, 200, oder 250 Gramm Wasser bereitet; 200 Gramm scheint mir eine gute mittlere Menge.

Nichts übt einen grösseren Einfluss auf die Verschiedenheit der Resultate als der verschiedene Zustand der Magenverdauung. So bewirkte die reichliche Menge, die Festigkeit, der flüssige Zustand der Nahrung, die Beschaffenheit der letzteren, ein verlängerter Aufenthalt der verdauten Nahrungsmittel im Magen, wie ich dies später mittheilen werde, eine Veränderung in dem Reichthum und der Wirksamkeit des Bauchspeichelfermentes in den verschiedenen Stunden der Verdauung. Hieraus ergiebt sich, dass das Infusionsverfahren, wenn es unter den gleichmässigen Bedingungen angewendet wird, auf welche ich oben hinwies, ein weites Feld für physiologische Untersuchungen eröffnen kann, indem man je ein Glied unter den Factoren des Versuches verändert; man wird auf diesem Wege dazu gelangen wissenschaftlich all' die verschiedenen Einflüsse zu bestimmen, welche vortheilhaft oder schädlich auf die Bildung des Bauchspeichels und die Verdauungskraft des Pankreas einwirken.

Man wird ausserdem sehen, wie die mit Hülfe der Infusion zu jeder Stunde für das Pankreas ermittelte Verdauungskraft es gestattet hat, ziemlich genau die Menge frischer stickstoffhaltiger Nahrungsmittel zu bestimmen, welche ein Hund von ungefähr 15 Kilogramm vermittelst des Bauchspeichels in einem Verdauungszeitraum zu bewältigen vermag; diese Menge beträgt 200 bis 300 Gramm. Man weiss, dass das mittlere Kostmaass des Menschen 500 Gramm frischer stickstoffhaltiger Nahrungsmittel ausmacht.

Man sehe:

1° Sur une fonction peu connue du pancréas. 1 u. 8. 123 P. par L. Corvisart bei V. Masson 1858.

2° Contribution à l'étude de Pancréas par L. Corvisart (union médicale T. III. p. 149) 1859.

3° Sur la digestion pancréatique et intestinale par L. Corvisart (Gazette hebd. T. VI. P. 456. 442) 1859.

4° Reponse à Brinton (Dubl. Quart. journ. of. med. sc. et journal de physiologie de Brown Sequard) 1860.

V.

Ueber nicht polarisirbare Electroden.

Von

E. du Bois-Reymond [1]).

Jedem, der der Entwickelung der Elektrophysiologie während der letzten Jahrzehende gefolgt ist, sind die Schwierigkeiten bekannt, welche die sogenannte Polarisation der Elektroden den elektrophysiologischen Untersuchungen in den Weg legt: sei's dass es sich darum handele, elektrische Ströme von den thierischen Theilen dergestalt in den Multiplicatorkreis abzuleiten, dass ihre Stärke bestimmt werden kann, sei's dass umgekehrt Ströme von beständiger und gemessener Stärke den thierischen Theilen zugeführt werden sollen.

Um so grösseres Interesse musste daher im Jahr 1854 Herrn Jules Regnauld's Angabe erwecken, dass es ihm gelungen sei, unpolarisirbare Elektroden dadurch herzustellen, dass er Platten aus reinem, mehrmals destillirtem Zink in reine, neutrale schwefelsaure Zinkoxydlösung von der Concentration tauchte, bei der sie das Maximum ihres Leitvermögens besitzt [2]). Die Unpolarisirbarkeit dieser Combination

---

[1]) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser aus den Monatsberichten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 30. Juni 1859.

[2]) Nach Hrn. E. Becquerel theilen salpetersaures Kupfer und schwefelsaures Zinkoxyd, und vermuthlich die sehr löslichen oder gar zerfliesslichen Salze überhaupt, die Eigenschaft der Schwefelsäure und einiger anderen Säuren, dass das Leitvermögen ihrer wässerigen Lösungen bezogen auf den Procentgehalt ein Maximum zeigt. Das Leitvermögen einer gesättigten schwefelsauren Zinklösung von 1.4410 Dichte bei

erklärte Hr. Regnauld aus dem Umstande, „dass, da die elektrolytischen Wirkungen darin die chemische Natur der Elektrodenplatten unverändert lassen, die von fremdartigen Ablagerungen herrührenden entgegengesetzten Spannungen sich nicht entwickeln können“. Er fügte hinzu dass die Zinkplatten, nachdem sie einige Zeit in der Lösung verweilt hatten, (ob zum Kreise geschlosen, oder nicht, wird nicht gesagt) im Allgemeinen gleichartig an seinem Multiplicator erschienen, der, wie man aus anderen Versuchen schliessen kann, eine hinreichende Empfindlichkeit für den Muskelstrom besass. Dennoch ward es, wie es scheint, manchmal nöthig, auf die Unschädlichmachung eines übrig bleibenden beständigen Unterschiedes der beiden Platten bedacht zu sein. Dies gelang Herrn Regnauld, in seinen schätzbaren Versuchen über die absolute Stärke des Muskelstromarmes im Multiplicator unter verschiedenen Umständen, beiläufig den ersten messenden Versuchen in diesem Gebiete, mit Hülfe einer in entgegengesetztem Sinne in den Kreis eingeführten thermoëlektrischen Kupfer-Wismuth-Kette, deren eine Löthstelle auf 0°, die andere auf der erforderlichen Temperatur erhalten wurde [2]).

Zwei Jahre darauf machte Hr. Matteucci ähnliche Angaben. Er empfahl als ganz unpolarisirbare Combination Platten aus destillirtem Zink, oder auch aus verquicktem gewalzten Zink in einer neutralen gesättigten schwefelsauren Zinkoxydlösung. Man bringe, sagt er, an dem einen Ende der Multiplicatornadel eine Hemmung an, welche die Nadel verhindert, nach der einen Seite auszuschlagen, und sende durch den Multiplicator den Strom mehrerer nach Art einer Säule angeordneter

---

14.°40 C. verhielt sich in Hrn. Becquerel's Versuchen zu dem derselben Lösung, wenn sie bis zum doppelten und vierfachen Volum verdünnt wurde :: 5.77 : 7.13 : 5.43. (Für Silber = 100 000 000. S. Annales de Chimie et de Physique etc. 1846. 3me Sér. t. XVII. p. 280 et suiv.; — p. 289*). Hr. Becquerel und Hr. Regnauld sagen nicht, bei welchem Grade der Verdünnung das Maximum stattfinde. Hr. de la Rive aber, indem er Hrn. Becquerel's Beobachtungen anführt, giebt an, dass dies bei der Verdoppelung des Volums der gesättigten Lösung der Fall sei (Traité d'Électricité etc. t. II. Paris 1856. p. 56*).

[2]) Comptes rendus etc. 15 Mai 1854. t. XXXVIII. p. 891;* — l'Institut. vol. XXII. No. 1067. p. 206;* — Cosmos. Revue encyclopédique etc. par M. l'Abbé Moigno. t. IV. p. 599.*

Wadenmuskeln vom Frosch in der Richtung in der die Nadel gehemmt ist. Nach wenigen Augenblicken entferne man die Säule und schliesse den Kreis zwischen den Bäuschen, (die Hr. Matteucci nämlich jetzt nach meinem Vorgange anwendet). Dabei bleibe die Nadel völlig unbewegt, zum Zeichen, dass keine Ladung stattgefunden habe [1]).

Das Jahr darauf kam Hr. Matteucci auf diesen Gegenstand zurück, indem er diesmal nur verquickte Zinkplatten in gesättigter schwefelsaurer Zinkoxydlösung oder Chlorcalciumlösung als unpolarisirbare Combination empfahl. Dabei rühmte er namentlich die grosse beständige Ablenkung, die der Muskelstrom bei Ableitung mittels solcher Elektroden erzeuge. Mit Platinplatten in Kochsalzlösung als Elektroden bringt ein Gastroknemius oder halber Oberschenkel vom Frosch an dem Multiplicator von 24000 Windungen, den er sich nach dem Vorbilde des meinigen hat bauen lassen, einen Ausschlag von 30 bis 40° hervor, der binnen wenigen Secunden nur 2—1° beständiger Ablenkung hinterlässt. Mit verquicktem Zink in Zinklösung hingegen erhielt er, nachdem die Platten gleichartig geworden, einen Ausschlag von 90° und eine beständige Ablenkung von 70—80°, welche sehr langsam abnahm. Entfernte er den Muskel und brachte er, sobald die Nadel sich beruhigt hatte, (in Ermangelung eines Schliessungsbausches) die Zuleitungsbäusche zur Berührung, so gab sich keine Spur von Ladung kund [2]).

Mir mussten diese Angaben sehr bedenklich erscheinen. Zwar ist es von vorn herein nicht so unwahrscheinlich, dass Zink in Zinklösung eine sehr geringe Ladungsfähigkeit besitze. Allerdings nicht aus dem Grunde, aus dem Hr. Regnauld die vollkommene Unpolarisirbarkeit dieser Combination ableiten zu können meint. Hrn. Regnauld's Betrachtung passt ebensogut auf jedes andere Metall in einer Lösung eines Salzes desselben Metalls, woraus sich letzteres gut galvanoplastisch niederschlägt, oder, wie man der Kürze halber sagen kann, auf alle galvanoplastischen Combinationen. In der That pflegt

[1]) Comptes rendus etc. 28 Juillet 1856. t. XXIII. p. 234;* — Ibid. 1 Décembre. p. 1054;* l'Institut. 1856. t. XXIV. No. 1178. p. 267.*

[2]) Philosophical Transactions etc. For the Year 1857 P. I. p. 131. 132*.

man auch an die Unpolarisirbarkeit solcher Combinationen ganz allgemein zu glauben [1]), und ich selber habe deshalb früher die Anwendung von Kupferelektroden in schwefelsaurer Kupferoxydlösung, von Silberelektroden in Cyansilberkaliumlösung zur Ableitung der thierisch-elektrischen Ströme vorgeschlagen [2]). Allein Hr. Helmholtz fand, dass diese Combinationen noch immer ein Maass von Polarisation zulassen, welches keine sicheren Strombestimmungen erlaubt [3]). Möglicherweise könnte nun beim Zink dieser Rest von Polarisation besonders klein ausfallen wegen der geringen Condensationsfähigkeit für Gase, welche die Oberfläche der positiven Metalle besitzt. Demgemäss hatte ich selber schon bei verschiedenen Gelegenheiten, wo mir die Polarisation besonders lästig war, die jetzt von Hrn. Regnauld empfohlene Combination, Zink in schwefelsaurer Zinkoxydlösung, wirklich versucht, mit dem Unterschiede allerdings, dass ich mich des im Handel vorkommenden Materials bediente. Ich verband die Zinkelektroden in Zinklösung erst mit einer Grove'schen Kette, dann durch eine Wippe plötzlich mit dem sogenannten Museums-Multiplicator, dessen Nadel 12″ schlug. Es geschah, im Sinne negativer Ladung, ein Ausschlag bis auf 20°, während bei Anwendung von Platin in Kochsalzlösung die Nadel an die Hemmung geworfen wurde [4]). Ich konnte mich demnach nicht bewogen finden, für gewöhnlich meine zwar höchst polarisirbaren, aber auch der höchsten Gleichartigkeit fähigen Platinelektroden gegen weniger polarisirbare, aber in Bezug auf Gleichartigkeit durchaus unzuverlässige Zinkelektroden zu vertauschen.

Hr. Regnauld hatte sich freilich chemisch reinen Materials bedient, zum Beweise der Unpolarisirbarkeit der von ihm empfohlenen Combination, aber keinen Versuch mitgetheilt. Was Hrn. Matteucci's Angaben betrifft, so war es einmal a priori wohl sehr wenig wahrscheinlich, dass das verquickte Zink in Zinklösung unpolarisirbar sei, da man

---

1) Vergl. z. B. E. Becquerel, Annales de Chimie et de Physique. 3me Série. 1846. t. XVII. p. 271*; — 1847. t. XX. p. 68*.

2) Untersuchungen über thierische Elektricität. Berlin 1848. Bd. I. S. 243.

3) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 149.

4) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 409.

nicht begreift, wie die an der Oberfläche liegenden Quecksilbertheilchen nicht mit dem daran ausgeschiedenen Wasserstoff elektromotorisch wirken sollten. Wie sodann Zink in Chlorcalciumlösung eine unpolarisirbare Combination abgeben könne, ist gar nicht zu verstehen. Hrn. Matteucci's Versuche endlich sind bei weitem nicht strenge genug, um darauf eine Behauptung von so grosser praktischer Wichtigkeit für den Fortschritt der Wissenschaft zu gründen, wie die des Daseins einer wirklich unpolarisirbaren Combination. Erstens besass sein Multiplicator, obschon von 24000 Windungen, nur eine sehr mässige Empfindlichkeit. Bei uns führt ein mit Längs- und Querschnitt aufgelegter Ischiadnerv vom Frosch die Nadel eines solchen Multiplicators an die Hemmung, und hält sie beständig auf 40—50°. Einen Ausschlag, wie Hr. Matteucci ihn an seinem Multiplicator von 24000 Windungen bei Ableitung des Muskelstromes mit Zinkelektroden in Zinklösung erhält, bekomme ich an meinem alten Multiplicator für den Muskelstrom von nur 4650 Windungen mit Platinelektroden in Kochsalzlösung [1]). Dann aber ist an seiner Versuchsweise auszusetzen, dass während der Zeit, die nothwendig ist, um die Nadel auf Null zu bringen und den thierischen Erreger durch einen unwirksamen feuchten Leiter zu ersetzen, die während der Dauer des Stromes vorhandene Polarisation bereits unmerklich geworden sein kann. Bei dem, übrigens von Hrn. Faraday herrührenden Kunstgriff [2]), die Nadel einseitig zu hemmen, wird zwar dieser Zeitverlust vermieden. Dafür tritt jedoch der Verdacht ein, dass die Nadel an der Hemmung geklebt, oder dass sich, in Folge des Abhebens der Glocke beim Anbringen der Hemmung, die Gleichgewichtslage der Nadel während des Versuches im Sinne des ursprünglichen Stromes verrückt habe, oder endlich dass die Hemmung zu weit im Sinne der Ladung verschoben worden sei.

Wie dem auch sei, ich durfte natürlich nicht anstehen, die Angaben

---

[1]) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1843. Bd. LVIII. S. 2; — Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 464 ff.; — Bd. II. 1. Abth. S. 492.

[2]) Experimental Researches in Electricity. Reprinted from the Philosophical Transactions. vol. I. Second Edition. London 1849. Series IX. Dec. 1834. p. 332. 333. No. 1087. p. 338. No. 1103. „Blocking the needle„; — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1835. Bd. XXXV. S. 428. 436.*

der Hrn. Regnauld und Matteucci einer Prüfung von solcher Schärfe zu unterwerfen, wie die Bedeutung des Gegenstandes sie erheischt. Ich theile in dem Folgenden das, wie ich glaube, nicht unwichtige, jedenfalls überraschende Ergebniss meiner Untersuchung mit. Ich bemerke übrigens hinsichtlich der Art, wie dieselbe geführt ist, dass ich dabei weniger vom Standpunkte des Physikers ausging, der die Polarisation um ihrer selbst willen erforscht, als von dem des Elektrophysiologen, dem es zunächst nur darauf ankommt, sich für seine besonderen Zwecke gewisse Kenntnisse und Hülfsmittel zu verschaffen. Aus diesem Grunde wird man manche Frage, die sich hier zur Beantwortung darbot, unerledigt, ja unberührt finden.

Ich begann damit einige Vorversuche mit käuflichem Zinkdraht in käuflicher Zinklösung [1]) anzustellen. Die Drähte hatten 0.5^{mm} Durchmesser, und wurden, damit sie ja gleichartig sein sollten, so geschnitten, dass die beiden zum Eintauchen bestimmten Enden im Draht aneinanderstiessen. Sie wurden geputzt, indem ich sie an dem zum Einklemmen bestimmten Ende mit einer Zange fasste, und sie durch feines Sandpapier hindurchzog, bis sie überall eine gleichmässig blanke Oberfläche zeigten. Dies liess sich am leichtesten erkennen, indem ich das freie Ende in Schwingungen versetzte. Sodann zog ich die Drähte so oft durch die Falten eines reinen Linnentuches bis sie keinen schwarzen Strich mehr hinterliessen. In diesem Zustand eingetaucht, verhielten sie sich am Muskel-Multiplicator meist leidlich gleichartig. Am Nerven-Multiplicator hingegen war kaum etwas damit anzufangen. Es gehörte eine übermenschliche Geduld dazu, um abzuwarten, dass die hier noch stets beträchtlicher Wirkungen fähigen und dabei im höchsten Grade wandelbaren Ungleichartigkeiten der Drähte einmal in einer glücklichen Stunde eine Beobachtung erlaubten. Die Nadel wurde dadurch bald auf dieser, bald auf jener Seite des Nullpunktes oft auf 20—25° beständiger Ablenkung gehalten, oder sie wanderte langsamer oder schneller über den Nullpunkt fort zwischen diesen Grenzen hin und her, so dass

---

[1]) Mit Zinklösung ist vor der Hand stets gesättigte schwefelsaure Zinkoxydlösung gemeint. Die käufliche Lösung ist die des *Zincum sulphuricum Pharm. Bor.* (nicht des *venale*).

an Compensiren dieser der Grösse und Richtung nach völlig unbeständigen Wirkungen durch eine in den Kreis eingeführte elektromotorische Kraft auch nicht füglich zu denken war. Die geringste Erschütterung eines der beiden Drähte, auch wenn dabei die Benetzung neuer Punkte der Oberfläche vermieden war, machte den erschütterten Draht negativ gegen den anderen, wie mir schon von früherher bekannt war [1]). Ueberhaupt aber schien es, als ob hier das Geschlossenhalten der eingetauchten Drähte zum Kreise, wodurch ursprünglich ungleichartige Platindrähte bald nahe oder ganz gleichartig werden, nicht nur wenig nutzte, was sich aus der vergleichsweise geringen Ladungsfähigkeit erklärt, sondern sogar schädlich wirkte. Streifen von Zinkblech statt der Drähte angewandt erwiesen sich vollends als unbrauchbar.

Was die Ladungsfähigkeit anlangt, so gelangen mir mit diesen Elektroden zwar sehr leicht ähnliche Proben wie die, durch welche Hr. Matteucci die Unpolarisirbarkeit des destillirten oder verquickten Zinks in Zinklösung bewiesen zu haben glaubt. Also z. B. liess ich den Muskel 5′ lang die mit Zinklösung getränkten, mit Eiweisshäutchen bekleideten Bäusche mit Längs- und Querschnitt berühren, hob ihn dann ab, brachte die Nadel mittelst des Beruhigungsstäbchens auf Null, was kaum länger dauert, als eine halbe Schwingung, und legte den Schliessungsbausch auf, so gab sich keine Spur von Ladung zu erkennen. Man würde sich also für gewöhnlich, wenn es sich bloss darum handelte die Ladung nicht zu sehen, zu Versuchen am Muskel-Multiplicator der käuflichen Zinkdrähte in käuflicher Zinklösung bedienen können. Dass aber dennoch diese Combination nicht unpolarisirbar sei, zeigte sich sofort als ich die Zinkdrähte ein paar Secunden lang mit einer Grove'schen Kette, dann durch Umlegung einer Wippe schnell mit dem Muskel-Multiplicator verband. Jetzt erfolgte, wie es nach jenen älteren, oben S. 121 angeführten Versuchen nicht anders zu erwarten war, ein heftiger Ausschlag im Sinne negativer Ladung. Und es ward mir nicht schwer, denselben Erfolg auch mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes wahrnehmbar zu machen, indem ich der Wippe eine

---

[1]) S. diese Zeitschrift Bd. IV. 1858, S. 9—11.

solche Einrichtung gab, dass die Schliessung des Multiplicatorkreises möglichst rasch auf die Oeffnung des Kettenkreises folgte. Die Ströme erzeugte ich theils mit Hülfe einer Säure-Alkali-Kette, da ich damals noch nicht auf die Anwendung des Princips der Nebenschliessung zur Erzeugung passend abgestufter Ströme bei thierisch-elektrischen Versuchen verfallen war; theils diente mir dazu der Muskelstrom selber. Ich brachte nämlich zwischen den Zinkdrähten, als Nebenschliessung zum Multiplicator, noch eine metallische Leitung an, deren Widerstand gegen den des Multiplicators verschwand, so dass die Nadel auf Null blieb. In dem Augenblick nachdem ich den Muskel entfernt hatte, öffnete eine eigenthümlich gebaute Wippe diese Nebenschliessung und drückte unmittelbar darauf den Schliessungsbausch auf die Zuleitungsbäusche. Unter diesen Umständen erhielt ich am Nerven-Multiplicator eine zwar sehr kleine, aber deutliche Spur von Ladung. Man bemerkt leicht, dass die zum Multiplicator angebrachte Nebenschliessung mir hier denselben Dienst leistete, wie Hrn. Matteucci die einseitige Hemmung der Multiplicatornadel, jedoch ohne dieselben Bedenken nach sich zu ziehen.

Wurden noch schwächere Ströme angewandt, so gelang es auch mit Hülfe dieser Vorkehrungen nicht, deutliche Spuren negativer Polarisation wahrzunehmen. Hingegen gab sich, bei lange dauernder Schliessung solcher Ströme, die sonderbare Erscheinung einer positiven Polarisation kund, welche schon früher von Hrn. Beetz und Hrn. Martens an Eisen in verdünnter Schwefelsäure und von mir selber an verquicktem Zink in Brunnenwasser beobachtet wurde [1]). So beständig war hier diese Erscheinung, dass ich zu der Vorstellung geführt wurde, die Polarisation des Zinks in Zinklösung sei bei schwachen Strömen positiv, über eine gewisse Stromstärke hinaus negativ. Die positive Polarisation bei schwachen Strömen würde erklären, warum bei dieser Combination das Geschlossenhalten der Elektroden zum Kreise, statt die Gleichartigkeit zu befördern, dieselbe vielmehr gefährde. Der ursprünglich vorhandene Strom würde sich selber allmälig durch

---

[1]) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 236. 610.

positive Polarisation verstärken, statt sich durch negative Polarisation zu schwächen.

Dadurch dass ich unter denselben Umständen, wo Hrn. Matteucci reines und verquicktes Zink in Zinklösung keine Ladung gaben, auch mit unreinem keine erhielt, während ich unter besseren Bedingungen mit diesem letzteren allerdings Ladung beobachtete, musste mir die angebliche Unpolarisirbarkeit des reinen und des verquickten Zinkes natürlich doppelt verdächtig werden. Ich beharrte indess, der Wichtigkeit der Sache halber, in meinem Entschluss, derselben auf den Grund zu gehen; und glücklicherweise bot sich mir die Gelegenheit, dies auf einem viel vollkommneren Wege, als dem bisher betretenen zu versuchen.

Durch die Güte meines Freundes Werner Siemens stand mir nämlich die von diesem in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1857. Bd. CII. S. 70 ff. beschriebene und Taf. I. Fig. 1—3 ebendaselbst abgebildete automatische Wippe zu Gebot, welche für die Erforschung solcher Ladungserscheinungen, die nach einer kurze Zeit dauernden Durchströmung hinterbleiben, sehr geeignet ist, da sie Wirkungen wahrzunehmen gestattet, welche ihrer Kleinheit halber bei einmaliger Einwirkung auf die Nadel völlig spurlos vorübergehen. Ich muss diese Wippe hier als bekannt voraussetzen. Der Plan, nach dem ich verfuhr, war folgender. Der Schieber der Wippe sollte, indem er sich an die eine der Anschlagschrauben m' und n' (S. die angeführte Figur) anlegte, den ursprünglichen Strom durch die auf ihre Ladungsfähigkeit zu prüfenden Elektroden hindurchlasssen. Indem er sich an die andere der beiden Schrauben anlegte, sollte er der Ladung Gelegenheit zur Abgleichung im secundären Strome geben. Beide Kreise, der primäre und der secundäre, sollten gleichen Widerstand haben, und vergleichbare Bussolen enthalten. Es sollten die beständigen Ablenkungen bestimmt werden, in denen die beiden Bussolnadeln gehalten würden durch die sich in gleichen, sehr kurzen Zwischenräumen wiederholenden gleichen, sehr kurzen Stösse beziehlich des secundären und des primären Stromes. Das Verhältniss beider (auf eine und dieselbe Einheit zurückgeführten) Ablenkungen $S : P = \alpha$ kann man als den Polarisationscoëfficienten der betreffenden Combination für die durch den Mechanismus der Siemens'schen Wippe bedingten Zeitverhältnisse bezeichnen, und

aus der Vergleichung der Polarisationscoëfficienten verschiedener Combinationen einen Schluss auf deren vergleichsweise Ladungsfähigkeit ziehen.

Bei der Ausführung dieses Planes handelte es sich natürlich zunächst darum, die Anwendung der beiden vergleichbaren Bussolen zu umgehen. Das Mittel dazu bestand darin, nur eine Bussole zu beobachten, diese aber abwechselnd in den secundären und primären Kreis einzuschalten.

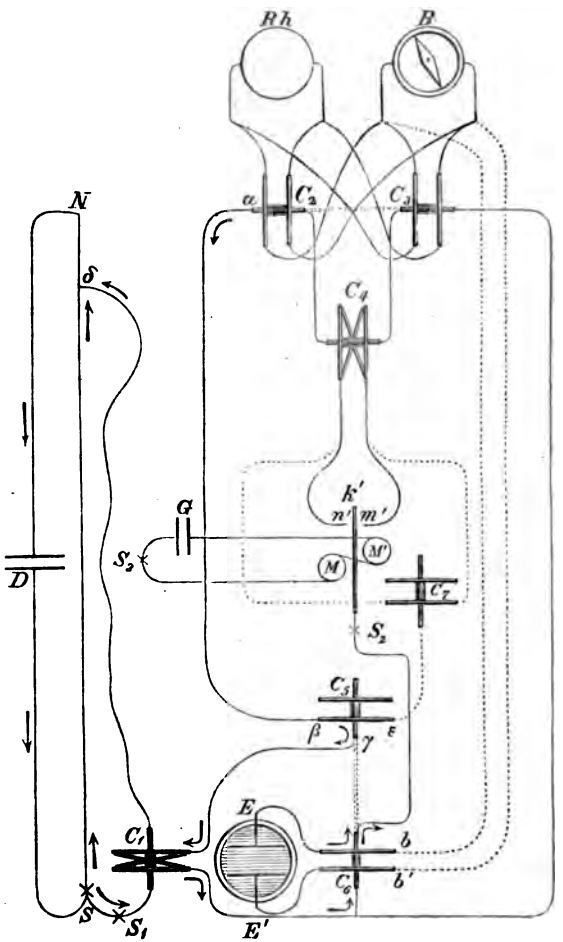
Als Bussole wendete ich die von Hrn. Wiedemann mit Hrn. W. Weber's Stahlspiegel und dämpfender Kupferhülse versehene Lamont'sche Bussole [1]) mit verschiebbaren Gewinden an, wie sie Hr. Sauerwald hierselbst in gewohnter Vollkommenheit anfertigt. Die Entfernung der Scale vom Spiegel betrug 2285^{mm}. Das Rollenpaar, dessen ich mich bediente, hat 12000 Windungen eines ganz feinen Kupferdrahtes, und die Bussole zeigt mit demselben, wenn beide Rollen über der Kupferhülse zusammengeschoben sind, ohne dass dem Spiegel etwas von seiner Richtkraft genommen wird, eine Empfindlichkeit, welche sich der des Nerven-Multiplicators nähert, indem dieser, zwei seiner Grade auf einen Scalentheil gerechnet, innerhalb der ersten 55° allerdings die grössere relative, und innerhalb der ersten 65° die grössere absolute Empfindlichkeit besitzt, darüber hinaus jedoch der Bussole mehr und mehr nachsteht. Leider schwang der Spiegel etwas zu schnell, so dass er die kleinen Unvollkommenheiten im Gange der Wippe nicht hinlänglich durch seine Trägheit ausglich, sondern bei starken Strömen in fortwährenden kleinen Schwankungen blieb, aus deren Beobachtung auf die wahrscheinliche Gleichgewichtslage des Spiegels geschlossen werden musste.

Da die Bussole einen sehr bedeutenden Widerstand darbietet, so leuchtet ein, dass es nicht genügte, dieselbe einfach abwechselnd in beide Kreise einzuschalten. In dem Fall, dass die Bussole sich im primären Kreise befand, wäre der primäre Strom geschwächt, hingegen die Entladung der Elektroden begünstigt gewesen; im anderen Falle

---

[1]) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1853. Bd. LXXXVIII. S. 230;* — Bd. LXXXIX. S. 504. Anmerk.*

wäre der primäre Strom stärker gewesen, und der Polarisationsstrom hätte einen sehr grossen Widerstand zu überwinden gehabt. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, mass ich an einem Siemens-Halske'schen Rheostat, wie sich derselbe in dem oben angeführten Aufsatz des Hrn. Siemens S. 75 beschrieben, Taf. I. Fig. 4. abgebildet findet, mittelst des Wheatstone'schen Stromnetzes einen Widerstand gleich dem der Bussole ab, und traf eine solche Anordnung, dass jedesmal, wenn sich die Bussole in dem einen Kreise befand, dieser Widerstand nämlich 80 Meilen Telegraphendraht, in den anderen Kreis eingeschaltet war.



Die vorhergehende Figur ist bestimmt, eine Uebersicht der Einrichtung des Versuches zu geben. Um sich darin zurechtzufinden, sehe man zuerst von den punktirten einfachen Linien ab. Dieselben kommen erst später in Betracht.

E, E' sind die auf ihre Ladungsfähigkeit zu prüfenden Elektroden. *k'* ist der Schieber der Siemens'schen Wippe, der während der Ruhe der Wippe durch die Feder wider den leitenden Anschlag *m'* gedrückt wird, während des Ganges, unter dem abwechselnden Einfluss der Feder und des Elektromagnets, bald *m'*, bald den gegenüberliegenden, ebenfalls leitenden, Anschlag *n'* trifft [1]), und beziehlich an jedem so lange liegen bleibt, bis der Hebel seinen Hub in der anderen Richtung nahe vollendet hat.

B ist die Bussole, *Rh* der an Widerstand derselben gleiche Rheostat. *D* ist eine Daniell'sche oder Grove'sche Kette grösserer Art, für deren Beständigkeit stets die äusserste Sorgfalt getragen wurde. Von derselben wurde durch Nebenschliessung der ursprüngliche Strom in folgender Art abgeleitet. *NS* ist ein gleich einer Claviersaite auf einem Brett ausgespannter Messingdraht von 1 . 75^{mm} Durchmesser und beiläufig 1 . 6^{m} Länge Dieser Draht heisst der *Nebenschliessungsdraht*. Das Ende *S* des Nebenschliessungsdrahtes steht durch einen Schlüssel *S* in Verbindung mit der Kette sowohl als mit den Elektroden. Hier also spaltet sich, bei geschlossenem Schlüssel *S*, wie man in der Figur sieht, der Strom, und geht zum Theil durch den Nebenschliessungsdraht, zum Theil durch die Elektroden weiter. Auf dem Wege zu den Elektroden trifft er auf einen Pohl'schen Stromwender C_1, der dem Stromzweig zwischen den Elektroden die passende Richtung in Bezug auf eine schon bestehende Ungleichartigkeit giebt, also z. B., wenn negative Polarisation erwartet wird, die Richtung jener Ungleichartigkeit. In der Figur ist eine solche Lage der Wippe des Stromwenders angenommen, dass der Stromzweig geradesweges weiter zur Elektrode *E'* geht. Auch ist hier noch ein Schlüssel S_1 eingeschaltet, der jenen Stromzweig nach Belieben herstellt oder unterbricht. Aus

[1]) Die Bezeichnungen *k'*, *m'* und *n'* sind der leichteren Vergleichung halber aus Hrn. Siemens' Beschreibung seiner Wippe beibehalten. S. a. a. O.

den Elektroden kehrt der Stromzweig, nachdem er andere Theile der Vorrichtung durchlaufen hat, durch die Leitung $\alpha\beta\gamma\delta$ zurück, um sich bei δ wieder mit dem Hauptstrome zu vereinigen. Das Ende δ des Drahtes C_1 δ ist beweglich am Nebenschliessungsdrahte, so dass man zwischen S und δ ein beliebiges Stück des Nebenschliessungsdrahtes aufnehmen kann. Die Folge davon ist begreiflich, dass der Stromzweig zwischen den Elektroden verschiedene Stärke erlangt. Der Nebenschliessungsdraht ist so gewählt, dass man mittels der Verschiebung von δ leicht Ströme von der Ordnung des Muskelstromes erzeugen kann. Beim Oeffnen des Schlüssels S aber fällt die Nebenschliessung ganz fort, und der Strom der Kette D gelangt ungeschwächt zu dem Elektrodenpaar. Selbst in diesem Falle aber, kann man annehmen, bleiben die Widerstände des primären und des secundären Kreises einander hinlänglich gleich, da der Widerstand der Kette D gegen den der Bussole oder des Rheostats und der Ladungszelle nicht in Betracht kommt.

C_2 und C_3 sind zwei Pohl'sche Stromwender ohne Kreuz, und, wie die ihre Wippen verbindende punktirte Doppellinie anzeigen soll, mit gekuppelten Wippen. Diese Anordnung ist derselben Dienste fähig, welche die neuerdings von Hrn. Wild beschriebene Wippe leistet [1]). Die Doppelwippe C_2 C_3 war es, die, wie man leicht versteht, wenn sie nach rechts in der Figur umgelegt war, den ursprünglichen Strom durch die Bussole und den secundären durch den Rheostat liess, wenn nach links, die umgekehrten Verbindungen herstellte. Der Stromwender mit Kreuz C_4 bewirkt, dass man abwechselnd die Contactstelle m' in den Kreis des ursprünglichen, die n' in den des secundären Stromes aufnehmen könne, und umgekehrt. S_2 ist ein Schlüssel, welcher in den den beiden Kreisen, dem primären und dem secundären, gemeinsamen Theil der Leitung eingeschaltet, in jedem Augenblick die Nichtveränderung des Nullpunktes zu controliren erlaubt. Endlich MM' stellt den Elektromagnet der Siemens'schen Wippe, G

---

[1]) Die Neumann'sche Methode zur Bestimmung der Polarisation und des Uebergangswiderstandes, nebst einer Modifikation derselben. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 2. Jahrgang. 1857. S. 213.*

die zugehörige Gangkette, bestehend aus zwei Grove'schen Elementen grösserer Art, S_3 den Schlüssel vor, der die Wippe in Gang und in Ruhe setzt.

Sendet man einen beständigen Strom durch die eine oder die andere der beiden Contactstellen m' und n' der im Gange begriffenen Siemens'schen Wippe, so bleibt ein gewisser Bruchtheil der Stromstärke übrig, den man als den Coëfficienten der bezüglichen Contactstelle bezeichnen kann. Die Wippe arbeitet um so vollkommener, je gleicher und je grösser zugleich die beiden Coëfficienten sind. Im besten Zustande der Wippe unterscheiden sich die beiden Coëfficienten um keinen in Betracht kommenden Bruchtheil ihrer Grösse von einander, und zwar erreichen sie dabei den Werth von $\frac{1}{2,6}$. Es stellt sich aber die Nothwendigkeit heraus, die Coëfficienten mit Leichtigkeit öfter revidiren zu können, und kleine Veränderungen derselben, die sich aus unbekannten Gründen dann und wann einfinden, durch etwas veränderte Spannung der Federn (Vergl. die Beschreibung der Wippe a. a. O.) zu berichtigen. Zu dieser Revision diente die in der Figur durch die punktirten einfachen Linien angedeutete Anordnung. C_5, C_6, C_7 sind Stromwender ohne Kreuz. Die Wippen von C_5 und C_6 sind gekuppelt. Wird die Doppelwippe C_5 C_6 von E', E, β nach b', b, ε umgelegt, und die Wippe des Stromwenders C_4 ausgehoben, so geht der von dem Nebenschliessungsdraht abgeleitete Stromzweig statt durch die Elektroden E, E' durch die Bussole, und, je nach der Lage der Wippe C_7, durch die eine oder die andere Contactstelle. War die Siemens'sche Wippe gut im Stande, so durfte der Spiegel das schnelle Umlegen der Wippe C_7 nur durch ein Zucken nach der Ruhelage hin beantworten.

Ausserdem wurden, zu grösserer Sicherheit, die Versuche stets so angestellt, dass jede Contactstelle einmal in den primären und einmal in den secundären Kreis eingeschaltet wurde. Dies gab zwei Paar Ablesungen, $P_{m,}$, $S_{n,}$ und $P_{n,}$, $S_{m,}$. Da aber auch noch die Richtung des primären Stromes durch das Elektrodenpaar umgekehrt wurde, so setzte sich schliesslich jede Bestimmung des Polarisationscoëfficienten in dem oben S. 126 angegebenen Sinne aus acht Ablesungen zu

sammen, welche den acht möglichen Combinationen der beiden Lagen der Doppelwippe C_2 C_3, der Wippe C_4, und der C_1 entsprachen.

Sollte die Polarisation nach längerer Dauer des ursprünglichen Stromes beobachtet werden, so brachte ich mittelst des Schlüssels S_3 die Siemens'sche Wippe in Ruhe, und legte die Doppelwippe C_2 C_3 nach oben, die Wippe C_4 aber nach unten in der Figur um, wodurch die Bussole und die Contactstelle m', gegen welche die Feder den Schieber drückt, in den secundären Kreis geriethen. Dann fixirte ich durch einen Keil den Hebel der Siemens'schen Wippe in der Lage, die ihm der Elektromagnet zu ertheilen strebt, und hielt so, bei geöffnetem secundären Kreise, den primären Kreis dauernd geschlossen. Wurde im gegebenen Augenblick der Keil fortgezogen, so fiel der Hebel, der Feder gehorchend, vom Magnet ab, gleich als wäre dieser durch Oeffnen seiner Gangkette entmagnetet worden, nur, da kein magnetischer Rückstand den Fall verzögerte, noch geschwinder, und führte zuletzt mit grosser und stets gleicher Geschwindigkeit den Schieber in die Lage über, wo er den secundären Kreis schloss. Diese Beobachtungsweise der Ladung soll zum Unterschied von der erstbeschriebenen, zu der die Siemens'sche Wippe eigentlich allein bestimmt ist, die *zweite* heissen. Als *dritte* endlich gelte die selten angewandte Versuchsweise, wobei die Ladung im primären Kreise selber nach Aufhören des ursprünglichen Stromes beobachtet wurde. Hiezu genügte es, bei ruhender Wippe und bei Gegenwart der Bussole im primären Kreise, im gegebenen Augenblick einen in dem Hauptkreis *DNS* der Kette selbst angebrachten Schlüssel zu öffnen.

Bemerkt zu werden verdient noch, dass ich es zur Erleichterung des Vergleiches der primären und secundären Wirkung bequem gefunden hatte, die Leitungen, wie es sich aus der Figur ergiebt, so anzuordnen, dass negative Ladung im secundären Kreise den Spiegel in derselben Richtung ablenkte, wie der ursprüngliche Strom.

Ich begann damit zuzusehen, wie sich die Ladung einiger in Ansehung ihrer Polarisirbarkeit bereits besser gekannten Combinationen an meiner Vorrichtung gestalten würde. Wo es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, hatten die auf ihre Ladungsfähigkeit zu prüfenden

Elektroden die Form von Drähten von 0.5^{mm} Durchmesser und tauchten bei 1^{cm} Abstand von einander 2^{cm} tief in die Flüssigkeit.

(1) *Platin in verdünnter Schwefelsäure* (SO_4 H : HO :: 1 : 5 dem Volum nach). Die elektromagnetischen Wirkungen des primären und des secundären Stromes ergaben sich als völlig gleich, so dass rasches Umlegen der Doppelwippe C_2 C_3, oder Vertauschen beider Wirkungen mit einander an der Bussole, sich im Fernrohr nur durch ein Zucken des Spiegels nach der Ruhelage hin bemerklich machte. α (S. oben S. 126) war also hier = 1. In Uebereinstimmung damit sah man, bei der dritten Beobachtungsweise, den primären Strom beim Schliessen des Schlüssels S_2 augenblicklich bis auf einen sehr kleinen Bruchtheil verschwinden, und beim Oeffnen des im Hauptkreise befindlichen Schlüssels, auch nach kürzester Frist, einen negativen Ausschlag von sehr nahe gleicher Grösse mit dem primären erfolgen. Die Gleichheit der primären und secundären Wirkung hörte übrigens, wie sich nach den bekannten Gesetzen der Polarisation erwarten liess, auf, wenn die Stärke des primären Stromes eine gewisse Grenze überschritt. Schon bei Anwendung eines einzigen, nicht durch Nebenschliessung geschwächten Daniell's fing die primäre Wirkung zu überwiegen an; bei fünf Daniell'schen Gliedern war α nur noch etwa = $^1/_2$, wozu noch kommt, dass jetzt der secundäre Kreis dem primären an Widerstand bedeutend nachstehen musste.

Platinplatten, die sich in 1^{cm} Abstand 2 Quadratcentimeter benetzter Oberfläche zukehrten, zeigten ganz dieselben Erscheinungen.

(2) *Platin in gesättigter Kochsalzlösung.* Drähte und Platten. Ganz dieselben Erscheinungen.

(3) *Platin in rauchender Salpetersäure.* Diese Combination gilt allgemein für unpolarisirbar, und ich selber habe früher einen Versuch beschrieben, der dies zu beweisen scheint. Die durch den Strom einer Grove'schen Kette, in deren Kreis Platinelektroden in rauchender Salpetersäure eingeschaltet waren, in beständiger Ablenkung gehaltene Nadel zeigte keinen merklichen positiven Ausschlag, als der Strom in dem Elektrodenpaar mittels einer Wippe so rasch wie möglich um-

gekehrt wurde [1]); eine Beobachtungsweise der Ladungen, die wir im Gefolge der bereits früher aufgezählten hier beiläufig noch als die *vierte* bezeichnen können. Hr. Pflüger hat neuerdings bei Wiederholung dieses Versuches, unter denselben Umständen nur 1^0 Ausschlag beobachtet, wo Kupferelektroden in schwefelsaurer Kupferoxydlösung 20^0 Ausschlag gaben [2]). Indessen ist nicht zu übersehen erstens, dass bei dieser Versuchsweise die Empfindlichkeit der Nadel nothwendig vermindert ist, selbst wenn man sich, wie Hr. Pflüger that, in den empfindlichen Breiten der Theilung hält; zweitens, dass, in meinem Falle bestimmt, in Hrn. Pflüger's Falle höchst wahrscheinlich, Elektroden von grösserer Oberfläche angewendet wurden. Mit Drähten als Elektroden zeigt die Siemens'sche Wippe, dass diese Combination noch einen gewissen und zwar gar nicht so geringen Grad von Ladungsfähigkeit besitzt. Ich bemerke dass die Säure tief braunroth gefärbt war, stark rauchte, und bei 26.9^0 C. 1.49 Dichte besass. Dennoch war mit Strömen von der Stärke des Muskelstromes $\alpha = \frac{1}{33}$, mit ungeschwächtem Daniell $= \frac{1}{37}$. Auch als ganz einfach die oben S. 132 als zweite bezeichnete Versuchsweise mit einem solchen Daniell und 2′ Durchströmung in's Werk gesetzt wurde, erfolgte ein Ausschlag von 40 Scalentheilen. Da in dieser Combination der Wasserstoff an der negativen Elektrode auf Kosten der Salpetersäure oxydirt wird, so hat man sich vermuthlich zu denken, dass diese Polarisation von der elektromotorischen Wechselwirkung des Platins und des Sauerstoffs an der positiven Elektrode herrührt, welche das Platin noch negativer mache, als es schon durch die Berührung mit den hohen Oxydationsstufen des Stickstoffs wird.

4) *Silber in gesättigter salpetersaurer Silberoxydlösung.* Auch diese für unpolarisirbar geltende Combination liess an der Siemens'schen Wippe unter Umständen bedeutende Ladungen hervortreten, bot aber noch ausserdem eine sehr merkwürdige Erscheinung dar. Ich

---

[1]) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 379.

[2]) Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1859. S. 449. 450.*

fand nämlich mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes $\alpha = \frac{1}{1.7}; \frac{1}{1.6}$: ein Maass der Ladungsfähigkeit etwa so als ob gar keine Vorkehrung zur Beseitigung der Ladung wäre getroffen worden. Hingegen mit ungeschwächtem Daniell ward α nur $= \frac{1}{125}; \frac{1}{138}$ gefunden. Dies rührte nicht allein davon her, dass die Stärke des Polarisationsstromes überhaupt langsamer wächst als die ursprüngliche Stromstärke. Sondern indem ich bei arbeitender Wippe die secundäre Wirkung dauernd beobachtete, während ich die Länge der Nebenschliessung zwischen S und δ stetig wachsen liess, zeigte sich's, dass die *absolute* Grösse der secundären Wirkung in Bezug auf die primäre Stromstärke ein Maximum habe. Ich ziehe vor, mich jeder Aeusserung über die muthmaassliche Ursache dieser Erscheinung zu enthalten, erlaube mir aber, dieselbe der Aufmerksamkeit derjenigen zu empfehlen, welche die Elektrolyse zum Gegenstand ihrer Untersuchungen machen.

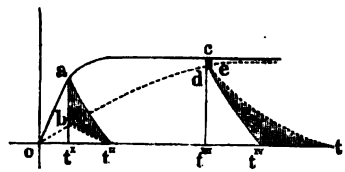
5) *Kupfer*drähte in *verdünnter Schwefelsäure* von der unter (1) angegebenen Concentration waren zu ungleichartig, um einigermassen genauere Beobachtungen zu gestatten. Als sie nur mit den Spitzen eintauchten, gelangen einige Ablesungen, wonach bei Strömen von der Ordnung des Muskelstromes α hier etwa $= \frac{1}{1.5}$ sein würde.

6) *Kupfer*elektroden in *schwefelsaurer Kupferoxydlösung* verhielten sich auch nur selten gleichartig genug für meinen Zweck. Es zeigte sich, dass mit dieser Combination die Polarisation für Ströme von der angegebenen Ordnung an der Siemens'schen Wippe fast unmerklich war. Sie ward erst messbar, als die ganze Länge des Nebenschliessungsdrahtes in den primären Kreis aufgenommen worden war. Unter diesen Umständen bestimmte ich α zu höchstens $\frac{1}{135}$. Nicht erheblich kleiner fiel α bei Anwendung eines ungeschwächten Daniell's aus. Während demnach bei der oben S. 134 als vierten bezeichneten Beobachtungsweise Kupfer in Kupferlösung viel stärkere Ladung giebt als Platin in Salpetersäure, übertrifft an der Siemens'schen Wippe die secundäre Wirkung der letzteren Combination die der ersteren um etwa das Fünffache; ein Widerspruch zwischen den Ergebnissen beider Methoden, auf den wir unten werden zurückzukommen haben, der

aber immerhin hier schon dienen kann zu zeigen, dass die gewöhnlichen Beobachtungsweisen nicht ausreichen, wenn es sich darum handelt, einer Combination die Ladungsfähigkeit abzusprechen, sondern dass man in dieser Beziehung mindestens noch eine Vorrichtung nach Art der Siemens'schen Wippe zu befragen habe.

7) *Käufliches Zink in käuflicher Zinklösung.* In der That lehrt denn auch die Siemens'sche Wippe sofort, dass diese Combination nicht allein, den oben S. 124 berichteten Erfahrungen entgegen, durch Ströme von der Ordnung des Muskelstromes Ladung im gewöhnlichen, negativen Sinn annimmt, sondern dass diese Ladung sogar, unter übrigens gleichen Umständen, die des Kupfers in Kupferlösung ganz ungeheuer übertrifft. α nämlich ward hier, so genau als die Ungleichartigkeiten es gestatteten, zu $\frac{1}{5.5}$, $\frac{1}{3.3}$, ja einmal zu $\frac{1}{2.3}$ bestimmt. Mit dem Strome des ungeschwächten Daniell's war α nur $= \frac{1}{79.3}$, also relativ sehr viel kleiner, jedoch nicht, wie beim Silber in Silberlösung, auch absolut kleiner als mit den schwachen Strömen.

Es fragte sich nun natürlicherweise vor Allem wie es komme, dass ich früher bei langer Schliessung schwacher Ströme durch die Zinkelektroden positive, mit starken Strömen aber negative Polarisation beobachtet habe. Die Wiederholung des Versuches an der Bussole, statt am Multiplicator, liess vermöge der geringen Schwingungsdauer des Spiegels einen Umstand hervortreten, welcher den Schlüssel hierzu gab. Es zeigte sich nämlich, bei der zweiten Beobachtungsweise, zuerst stets ein kleiner negativer Ausschlag, von etwa einem Scalentheil, und dann erst wurde der Spiegel im Sinn der positiven Polarisation abgelenkt. Das unreine Zink in Zinklösung besitzt also wohl beide Arten von Polarisation zu gleicher Zeit, die gewöhnliche negative, und die unregelmässige positive, so dass man in Wahrheit stets nur den Unterschied beider zu sehen bekommt. Die beiden Polarisationen befolgen aber in Bezug auf ihr Wachsthum mit der Dauer des ursprünglichen Stromes und auf ihre Abnahme nach dem Aufhören desselben ein verschiedenes Gesetz, wie dies in der Figur vorgestellt ist. Die Abscissen



$0t$ bedeuten die Zeiten, die ausgezogenen Curven gehören der negativen, die punktirten Curven der positiven Polarisation an. Die negative Polarisation wächst mit der Dauer der Schliessung bis zu einer gewissen Grenze rascher als die positive, nimmt aber auch nach Unterbrechung des primären Stromes schneller ab. Wird dieser daher, wie es in der Siemens'schen Wippe der Fall ist, bereits nach sehr kurzer Zeit, z. B. bei t', unterbrochen, so erhält man eine durch den schraffirten Flächenraum abt'' gemessene, rein negative, secundäre Wirkung. Wird dagegen die Kette erst bei t''' geöffnet, so fällt die secundäre Wirkung doppelsinnig aus, indem ein kleiner negativer Vorschlag, gemessen durch cde, der grösseren positiven Hauptwirkung vorangeht, die durch $et^{IV}t$ vorgestellt wird. Ja es scheint, obwohl es mir nicht gelang diesen Zustand künstlich herbeizuführen, dass bei fortgesetzter Schliessung eines Stromes von gewisser Schwäche die positive Polarisation die negative sogar an Grösse übertreffen kann, so dass die beiden Curven zuletzt einander schneiden. Man würde sonst nicht verstehen, wie Zinkelektroden in Zinklösung durch Geschlossenstehen zur Kette ungleichartiger statt gleichartiger werden können. Ausserdem findet allem Anschein nach auch noch eine verschiedene Abhängigkeit der beiden Arten von Polarisation von der Stärke des ursprünglichen Stromes statt, der Art, dass die positive Polarisation viel langsamer mit der Stromstärke wächst. So wird es erklärlich, dass bei grösserer Stärke des ursprünglichen Stromes, bei Anwendung z. B. eines ungeschwächten Daniell's, die positive Polarisation nicht beobachtet wird. Die unregelmässigen Wirkungen, welche nach Abgleichung der starken negativen Polarisation in diesem Falle meist hinterbleiben, gestatten keine sichere Aussage darüber, ob die positive Polarisation dabei noch spurweise wahrnehmbar sei oder nicht.

Wie dem auch sei, hält man zunächst nur die Empfänglichkeit

des unreinen Zinks in Zinklösung für die gewöhnliche, bei weitem wichtigere negative Ladung im Auge, so haben wir also gefunden, dass diese Combination kaum weniger polarisirbar ist als Kupfer in verdünnter Schwefelsäure. Es ist danach wohl hinlänglich klar, dass Elektroden, welche, bei der gewöhnlichen Art der Untersuchung, wie sie von Hrn. Matteucci in's Werk gesetzt wurde, gar keine, und bei den oben von uns angewandten, schon etwas schärferen Prüfungen nur eine äusserst schwache Spur von Ladung wahrnehmen lassen, dennoch in sehr hohem Grade ladungsfähig sein können; und nicht minder klar, nach diesen Vorgängen, dass die Untersuchung über das dem reinen oder verquickten Zink in Zinklösung zukommende Maass von Polarisation völlig von vorn anzufangen habe.

8) *Reines Zink in reiner Zinklösung.* Das reine Zink, dessen ich mich bediente, hatte Hr. Apotheker Voigt die Güte gehabt, durch wiederholte Destillation darzustellen. Zuletzt war dasselbe, was besser wäre vermieden worden, in einer eisernen Höllensteinform, obschon allerdings bei möglichst niedriger Temperatur, in Stangen gegossen worden. Aus einem Theile dieser Stangen wurden in einer Form aus sogenanntem Blaustein (worin zinnerne Soldaten gegossen werden), später, da der Blaustein, obschon vorgewärmt, absplitterte, in einer Gypsform, Platten von 25^{mm} Breite und 60^{mm} Länge gegossen. Allein ich musste auf den Gebrauch so grosser Platten verzichten, weil es schlechterdings unmöglich war, mit den Ungleichartigkeiten derselben fertig zu werden. Ich brach daher die an den Stangen haftenden flügelförmigen Lappen, welche sich durch das Eindringen des geschmolzenen Metalls zwischen beide Hälften der Form gebildet hatten, in schmale Leistchen, und schabte deren Oberfläche, mit der scharfen Kante einer gesprungenen Glasscheibe rein. Diese möglichst reinen Zinkoberflächen tauchte ich in gesättigte reine schwefelsaure Zinkoxydlösung, die ich Hrn. Heinrich Rose verdankte. Auch so liess die Gleichartigkeit viel zu wünschen übrig, jedoch war sie genügend, um gute Beobachtungen an der Siemens'schen Wippe zu gestatten. Es zeigt sich aber, mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes, negative Polarisation eben so stark, wie beim käuflichen Zinkdraht, welche eben so schnell als

dort mit der wachsenden Stärke der Ströme abnahm. Mit den schwächsten Strömen nämlich fand ich $\alpha = \frac{1}{2.9}$, mit den stärksten, die der Nebenschliessungsdraht bei Anwendung eines Daniell's zuliess, $= \frac{1}{3.4}$, mit dem ungeschwächten Strom des Daniell's aber nur noch $= \frac{1}{78.3}$. Auch hier überzeugte ich mich davon, dass die absolute Grösse der secundären Wirkung nicht, wie beim Silber, ein Maximum in Bezug auf die Stromstärke besitzt.

Dagegen war bei dem reinen Zink im Gegensatz zum käuflichen keine deutliche Spur von positiver Polarisation zu bemerken. Bei der zweiten Beobachtungsweise gab sich nach langem Schlusse der primären Kette unter denselben Umständen, wo das unreine Zink die doppelsinnige Polarisation zeigt, nur eine lebhafte und nachhaltige negative Wirkung kund.

Es war danach klar, dass die positive Polarisation nicht dem Zink selber, sondern einer Verunreinigung desselben angehöre, und zwar wahrscheinlich dem Eisen, da nämlich das Eisen bisher das einzige bekannte Metall ist, welches positive Polarisation besitzt. Doch ist unter den Flüssigkeiten, in denen Hr. Beetz diese Erscheinung beobachtete, schwefelsaure Zinkoxydlösung nicht genannt, die zu prüfen er keinen Grund hatte. Ich versuchte deshalb, wie sich Eisenelektroden in dieser Flüssigkeit verhalten.

9) *Eisen in Zinklösung.* Ich fand, dass zwei Stücke Ilsenburger Eisendraht darin sehr gut gleichartig wurden; dass sie an der Siemens'schen Wippe, mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes, starke negative Polarisation zeigten ($\alpha = \frac{1}{1.7}$; $\frac{1}{2.6}$); dass sie aber bei der zweiten Beobachtungsweise nach langer Durchströmung genau wie das unreine Zink einen doppelsinnigen Ausschlag gaben, zuerst einen deutlichen negativen Vorschlag, dann eine lang anhaltende positive Wirkung.

Die chemische Analyse des unreinen Zinkdrahtes, die Hr. Heinrich Rose die Güte hatte, in seinem Laboratorium ausführen zu lassen, wies denn auch in demselben eine gewisse Menge Eisen nach.

Auch das destillirte Zink ward bei derselben Gelegenheit nicht ganz frei von dieser Verunreinigung gefunden. Möglich, dass diese Verunreinigungen es waren, von welchen auch die negative Polarisation meines destillirten Zinks herrührte. Möglich, dass Hrn. Matteucci's Zink einen Grad der Reinheit besass, bei dem es auch an meinen Vorrichtungen keine negative Polarisation gezeigt haben würde. Indessen fehlt der chemische Beweis für jene Reinheit, so gut wie der physikalische für diese Nichtladungsfähigkeit, und was jene Möglichkeiten in hohem Grade unwahrscheinlich macht, ist der Umstand, dass sich in meinen Versuchen zwischen der Empfänglichkeit des käuflichen und der des gereinigten Zinks in Zinklösung für die negative Ladung gar kein Unterschied ergeben hat.

Wie dem auch sei, bei der ungemeinen Schwierigkeit, sich Zink in diesem Zustande vollkommener Reinheit zu verschaffen, würde den Elektrophysiologen mit dem Vorschlage des Hrn. Jules Regnauld nicht geholfen sein, da sie immer erst der Siemens'schen Wippe bedürfen würden, um sich zu überzeugen, dass ihre Zinkelektroden nicht ladungsfähig seien, und es in dieser Ungewissheit viel bequemer für sie sein würde, sich des käuflichen Kupfers in käuflicher Kupferlösung zu bedienen, welche Combination, nach meinen Versuchen, eine ohne Vergleich kleinere Ladungsfähigkeit besitzt, als jedenfalls schon sehr sorgfältig gereinigtes Zink.

Vielleicht würde die galvanoplastische Darstellung des Zinks ein Mittel abgeben, sich ein minder ladungsfähiges Metall zu verschaffen, als das meinige war. Ich habe keine Veranlassung mehr gehabt, diesen Versuch anzustellen, auch nicht mich um chemisch noch besser gereinigtes Zink zu bemühen, da die folgenden Ergebnisse diese Bemühungen von dem praktischen Standpunkte aus, den ich erwähntermaassen hier einnahm, als überflüssig erscheinen liessen.

10) *Verquicktes Zink in Zinklösung.* Ich ging nun nämlich auch noch, und zwar, wie ich schon oben S. 121. 122 andeutete, mit sehr geringen Erwartungen, an die Untersuchung der Ladungsfähigkeit des verquickten Zinks in Zinklösung. Wie gross war mein Erstaunen, als ich zunächst fand, dass zwei beliebige Stücke Zink auf beliebige Art reichlich verquickt, sich in Zinklösung nicht allein an

der Bussole, sondern sogar am Nerven-Multiplicator absolut gleichartig verhielten. Zuerst reinigte ich die Zinkdrähte oder Bleche sorgfältig mit Sandpapier, verquickte sie mit reinem Quecksilber mittels chemisch reiner Schwefelsäure, und tauchte sie in die chemisch reine Zinklösung. Dann dreister werdend erkannte ich Schritt für Schritt, dass alle diese Vorsichtsmaassregeln unnütz seien, und dass zwei beliebige Stücke ganz gemeinen Zinkbleches, wie es zu Klempnerarbeiten gebraucht wird, mit altem schmierigem Quecksilber und roher Salzsäure verquickt, mit Wasser abgespült und mit Fliesspapier abgetrocknet, sich in käuflicher Zinklösung bei einer benetzten Oberfläche von mehreren Quadratzollen nach wenigen Augenblicken am Nerven-Multiplicator absolut gleichartig verhalten. So vollkommen ist diese Gleichartigkeit, dass ich, ehe ich mich an den Anblick gewöhnt hatte, immer in Versuchung kam zu prüfen, ob denn auch der Kreis wirklich geschlossen sei, da beim Schliessen und Oeffnen desselben durchaus keine Spur von Bewegung, sei's des Spiegels, sei's der Nadel, bemerklich wurde, nicht anders als ob der Kreis entweder an einer zweiten Stelle offen oder rein metallisch gewesen wäre. Mit wie geringer Sorgfalt diese Gleichartigkeit erzielt werde, die das Beste weit hinter sich lässt, was nach meiner Vorschrift mit allem Fleiss zubereitete Platinelektroden leisten, geht wohl am deutlichsten aus folgendem Versuch hervor. Aus einer Daniell'schen Säule griff ich auf's Geradewohl zwei Zinkcylinder von beiläufig 33^{mm} Durchmesser heraus, von denen, wie sich ergab, der eine schon mehrmals, der andere noch nicht gebraucht worden war, und tauchte dieselben, nachdem sie, um an dem gebrauchten Cylinder etwa haftendes Kupfer zu entfernen, mit Wasser abgespült und mit Fliesspapier abgetrocknet worden waren, einander möglichst nahe 50^{mm} tief in Zinklösung, wobei also die benetzte Oberfläche jedes Cylinders über 50 Quadrat centimeter betrug. Es erfolgte zwar im ersten Augenblick ein ziemlich starker Ausschlag am Nerven-Multiplicator, sehr bald aber kam auch hier die Nadel absolut auf Null, und blieb daselbst, auch wenn der Kreis minutenlang geöffnet und dann wieder geschlossen wurde.

Die Abgleichung dieser im Anfang vorhandenen Ungleichartigkeiten beruht demnach, wie die Folge noch deutlicher lehren wird,

nicht auf Polarisation, wie die Abgleichung der Platinelektroden in Kochsalzlösung, welche bis zu einem gewissen Grade deshalb stets nur eine scheinbare ist. Die Abgleichung des etwa beim ersten Eintauchen sich kundgebenden Unterschiedes findet denn auch hier ebensowohl bei offenem wie bei geschlossenem Kreise Statt. Die so unbegreiflich leicht erreichte vollkommene Gleichartigkeit wird eben so leicht, ohne alle besonderen Vorsichtsmaassregeln, in's Unbegrenzte erhalten. Zwar beobachtet man am Nerven-Multiplicator, wenn von zwei verquickten Zinkplatten die eine um die andere tiefer in die Zinklösung getaucht wird, jedesmal bei Benetzung neuer Punkte der einen Platte einen Ausschlag von wenigen Graden, der diese Platte als negativ gegen die andere anzeigt, und etwas stärker negativ wird von zweien verquickten Zinkelektroden, die man zwischen den mit Zinklösung benetzten Fingern beider Hände hält, diejenige, auf welche man einen Druck ausübt oder ausüben lässt [1]). Dies ist aber auch Alles, was hier noch von den zahlreichen Umständen übrig ist, wodurch sonst gleichartige Elektroden ungleichartig werden. Man kann die eine der beiden Platten, nachdem sie einmal vollständig benetzt worden, an die Luft heben und wieder eintauchen, man kann sie in der Zinklösung schütteln, wie man will, sie zwischen den Lagen eines mit Zinklösung getränkten Bausches drücken [2]): das Gleichgewicht am Nerven-Multiplicator wird nicht gestört. Das Wasser der Zinklösung verdunstet, Krystalle schliessen in der Flüssigkeit an den Platten an oder bekleiden dieselben über deren Spiegel, und nach Wochen findet man die Platten in der zurückbleibenden nichtleitenden Krytallmasse eingewachsen, ohne dass während dieser ganzen Zeit die Nadel den Nullpunkt auch nur um einen Grad verlassen hätte. Diese, ich wiederhole es, jede Vorstellung übersteigende Gleichartigkeit findet in ganz gleicher Weise Statt, ob die beiden Zinkplatten erst eben verquickt seien und die Tropfen flüssigen Amalgams noch daran herunterfliessen; ob sie seit Wochen in den krystallinischen Zustand

1) Vergl. diese Zeitschrift, a. a. O., S. 1 ff.

2) Vergl. ebendaselbst, S. 6.

übergegangen seien; endlich gar, was wohl als das Wunderbarste erscheint, ob die eine derselben sich in dem einen, die andere in den anderen dieser Zustände befinde.

Schon durch diese Eigenschaft einer unübertroffenen mit leichtester Mühe zu erzielenden und zu erhaltenden Gleichartigkeit würde diese Combination, wie ich nicht zu bemerken brauche, eine höchst werthvolle Bereicherung nicht bloss des elektrophysiologischen, sondern des galvanischen Apparates überhaupt sein. Allein meine Ueberraschung steigerte sich noch, als ich nun ferner fand, dass die mit Hülfe der Siemens'schen Wippe bestimmte Ladungsfähigkeit dieser Combination in der That verschwindend klein, jedenfalls unvergleichlich kleiner sei, als die irgend einer anderen bisher bekannten Combination. Mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes liess die Wippe keine Spur davon erkennen. Noch als bei verminderter Empfindlichkeit der Bussole und Anwendung eines ungeschwächten Daniell's, $P_{m'}$, P_{n}, etwa 300 Scalentheile betrugen, waren $S_{n'}$, $S_{m'}$ schlechterdings nicht wahrnehmbar, d. h. dieselben betrugen ganz gewiss nicht 0.2, ja schwerlich 0.1 Scalentheil. Ich fahndete darauf mittels eines Verfahrens, bei dem mir auch eine so kleine Spur von Ladung nicht entgehen konnte, nämlich indem ich, bei arbeitender Wippe und geschlossenem secundären Kreise, in dem die Bussole befindlich war, das Auge am Fernrohr, den primären Kreis mittels des Schlüssels S_1 abwechselnd öffnete und schloss, oder gar den primären Strom zwischen den Elektroden mittels des Stromwenders C_1 ab und zu umkehrte. Erst als ich die Nebenschliessung fortliess, und mit beiden Rollen im Abstand von 0^{mm} eine Grove'sche Kette grösserer Art als Quell des primären Stromes benutzte, erschien negative Ladung der Zinkdrähte in bestimmbarer Grösse, nämlich etwa 1.2 Scalentheil betragend. Die primäre entsprechende Wirkung, mit nur einer Rolle in 100^{mm} Abstand beobachtet, während die andere an einer anderen Stelle des Kreises eingeschaltet war, betrug 120 Scalentheile. Die Wirkung einer Rolle bei 100^{mm} verhält sich zu der bei 0^{mm} Abstand :: 1 : 26.85. Daraus ergiebt sich

$$a = \frac{1.2}{2 \times 26.85 \times 120} = \frac{1}{5370}.$$

Diese Zahl wird sich, für den vorliegenden Fall, nicht weit von der Wahrheit entfernen. Indessen soll sie vorzugsweise dazu dienen, eine Vorstellung von der Ordnung der Grösse zu geben, um die es sich hier handelt. Denn erstens lag aus mancherlei Gründen die Messung einer so kleinen Ablenkung an der Grenze meiner Beobachtungsmittel, zweitens schien der Werth von α Schwankungen unterworfen zu sein, da ich es einigemal nicht unbeträchtlich grösser ($^1/_{3000}$), anderemale aber auch wieder sehr viel kleiner gefunden habe, so dass die secundäre Wirkung der Grove'schen Kette bei voller Empfindlichkeit der Bussole ganz unmerklich war. Nimmt man an, dass mir 0.2 Scalentheil secundärer Wirkung entgangen seien, so konnte doch α in diesen Fällen nicht viel grösser als $^1/_{50000}$ sein. Ich glaube bereits mit Bestimmtheit sagen zu können, dass diese Schwankungen von dem Zustande der verquickten Zinkfläche so abhangen, dass die grösseren Werthe von α schon öfter gebrauchten, die kleinsten frisch, oder von Neuem verquickten Drähten zukommen.

Als die Drähte durch Platten ersetzt wurden, die einander 6—7 Quadratcentimeter benetzter Oberfläche zukehrten, wurde die secundäre Wirkung, selbst mit ungeschwächtem Strom der Grove'schen Kette und bei voller Empfindlichkeit der Bussole, unter allen Umständen ganz unwahrnehmbar.

Am Nerven-Multiplicator erfolgten mit den Drähten durch die secundäre Wirkung eines Daniell's 4°, durch die zweier 7° beständiger Ablenkung.

Bei Anwendung der zweiten Beobachtungsweise mit einem Daniell und 5′ Durchströmung erfolgten mit den Drähten an der Bussole bei voller Empfindlichkeit derselben etwa 5 Scalentheile Ausschlag im Sinne negativer Ladung. Mit den Platten betrug unter denselben Umständen der Ausschlag keinen ganzen Scalentheil, und als ich die Daniell'sche Kette durch eine fünfgliederige Grove'sche Säule ersetzte, auch nur 3.5 Scalentheile. Erst als aus dem primären Kreise der Widerstand entfernt wurde, der darin zu dem Zweck angebracht war, den Gesammtwiderstand des primären und des secundären Kreises gleich zu machen (S. oben S. 128), wurden deutlichere Wirkungen erhalten.

Die Verquickung vernichtet also, kann man sagen, die bedeutende negative Ladungsfähigkeit des Zinks in Zinklösung. Aber auch die positive Ladungsfähigkeit dieser Combination ist dadurch beinahe gänzlich aufgehoben. Nach 15—20′ langer Durchströmung mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes erfolgte höchstens ein halber Scalentheil Ausschlag im positiven Sinne.

11) *Verquicktes Zink in Chlorcalciumlösung.* Ehe wir an diese Thatsachen weitere Folgerungen knüpfen, sollen noch einige andere Punkte beleuchtet werden. Hr. Matteucci führt verquicktes Zink in Chlorcalciumlösung als eine seinen Erfahrungen nach eben so unpolarisirbare Combination wie das verquickte Zink in Zinklösung an. Es ist nicht leicht zu verstehen, wie er zu diesem Ausspruch gelangt ist, der theoretisch nichts für sich hat, und von dessen Unrichtigkeit es leicht ist, sich im Versuch zu überzeugen. Erstens verhalten die verquickten Zinkelektroden in gesättigter Chlorcalciumlösung sich sehr schlecht gleichartig. Für's zweite fand ich α für diese Combination mit primären Strömen von der Ordnung des Muskelstromes $= \frac{1}{4.1}$. Drittens warf bei der zweiten Beobachtungsweise, nach wenigen Minuten Durchströmung mit dem Strom des ungeschwächten Daniell's, die secundäre Wirkung das Bild der Scale aus dem Gesichtsfelde. Positive Polarisation war bei dieser Combination nicht wahrnehmbar.

12) *Verquicktes Zink in Chlorzinklösung* verhält sich dagegen nahe, aber, wie mir schien, doch nicht ganz so gleichartig, wie in schwefelsaurer Zinkoxydlösung. Die Chlorzinklösung enthielt noch ungelöstes Chlorzink, und stellte eine syrupöse Flüssigkeit von 2.008 Dichte bei 27° C. dar. Die etwas geringere Gleichartigkeit rührt vielleicht daher, dass die Lösung sich an der Oberfläche durch Wasser verdünnt, welches sie aus der Atmosphäre anzieht. Jedenfalls scheint aber die Ladungsfähigkeit dieser Combination nicht grösser zu sein, als die des Zinks in der schwefelsauren Lösung, denn auch hier wurde an der Siemens'schen Wippe die Ladung erst merklich, als ich Drähte im primären Kreise dem Strom eines ungeschwächten Daniell's aussetzte, und die secundäre Wirkung bei voller Empfind-

lichkeit der Bussole beobachtete. Auf dieselbe Art, wie dies oben S. 143 beschrieben wurde, bestimmte ich dabei α zu $\frac{1}{5815}$; auf den Unterschied zwischen diesem Werthe, und dem in der schwefelsauren Lösung gewonnenen, ist natürlich nichts zu geben. Auf positive Polarisation nach langer Schliessung schwacher Ströme konnte hier wegen der geringeren Gleichartigkeit nicht mit derselben Schärfe, wie bei der schwefelsauren Lösung geprüft werden; indessen kann davon höchstens eine ganz unbedeutende Spur zugegen sein. Die gesättigte Chlorzinklösung leitete beiläufig nach meinen Versuchen dreimal schlechter als die schwefelsaure Lösung bei gleicher Temperatur. Verdünnung mit dem gleichen Volum Wassers erhöhte aber ihr Leitvermögen auf das Fünffache, so dass sie nun um zwei Drittel besser als die gesättigte und auch noch um ein Drittel besser als die ebenso verdünnte schwefelsaure Lösung leitete.

Diese Wahrnehmung ist geeignet, uns daran zu erinnern, dass Hr. Jules Regnauld das reine Zink nicht in gesättigter, sondern in so verdünnter Zinklösung als unpolarisirbar empfohlen hat, dass die Lösung das Maximum ihres Leitvermögens besitze (s. oben S. 118). Obschon, wie bemerkt, Hr. Regnauld seine Aussage durch keine Versuche gestützt hat, und obschon es höchst unwahrscheinlich war, dass die Verdünnung der Zinklösung bis zu jener Grenze die Ladungsfähigkeit der Combination aufheben solle, so habe ich doch nicht unterlassen, auch hierüber noch den Versuch zu befragen, indem ich Hrn. de la Rive's Angabe zu Grunde legte, wonach das Maximum des Leitvermögens der Zinklösung bei Verdünnung derselben mit dem gleichen Volum Wassers eintritt. Ich prüfte demgemäss noch (13—16) *reines Zink in reiner, käufliches, reines* und *verquicktes Zink in käuflicher Zinklösung von der angegebenen Verdünnung.* Das verquickte Zink — es wurden in beiden Flüssigkeiten dieselben Drähte benutzt — lieferte ein etwas grösseres α als in der gesättigten Lösung. Dagegen fand ich allerdings, was sehr sonderbar ist, dass mit dem reinen und käuflichen Zink in der verdünnten käuflichen Lösung α erheblich kleiner ausfiel, als unmittelbar vor- und nachher mit denselben Elektroden in der gesättigten Lösung. Indessen blieb α hier noch immer bedeutend grösser als mit Kupfer in

Kupferlösung; und mit dem reinen Zink in der verdünnten reinen Lösung betrug es, bei schwachen Strömen, sogar $^1/_8$. Der Widerspruch zwischen unseren Ergebnissen und der Behauptung des Hrn. Regnauld beruht also nicht darauf, dass wir uns bisher stets der gesättigten Zinklösung bedient haben.

(19—24) *Verquicktes Zink in verdünnter Schwefelsäure, in Serum* von Pferdeblut, *in Brunnenwasser* und *in destillirtem Wasser.* Da ich früher gerade bei Anwendung verquickter Zinkelektroden auf die räthselhafte Erscheinung positiver Ladung gestossen war, so versuchte ich, um diese Beobachtung zu erneuern, noch die in der Aufschrift genannten Combinationen. Serum hatte ich unter die mit dem verquickten Zink zu prüfenden Flüssigkeiten aufgenommen, um zu erfahren, wie sich letzteres bei unmittelbarer Berührung mit den thierischen Theilen, z. B. beim Ueberbrücken zweier daraus gebildeten Elektroden mit einem Nerven, in Bezug auf Gleichartigkeit und Ladungsfähigkeit verhalten würde. Es zeigten sich in der verdünnten Schwefelsäure, dem Serum und dem Brunnenwasser aber so ungeheure Ungleichartigkeiten der verquickten Zinkdrähte, und von solcher Unbeständigkeit zugleich, dass jede feinere Beobachtung der Ladung dadurch unmöglich gemacht wurde. Bei der leisesten Erschütterung sah man die Scale pfeilschnell im Gesichtsfelde hin- und herschiessen [1]). In diesen drei Flüssigkeiten wurde deshalb nur die gewöhnliche oder negative Ladung beobachtet. Bei Brunnenwasser konnte auch kein annähernder Werth von α gewonnen werden. Bei der verdünnten Schwefelsäure gelang es einmal, α zu etwa $^1/_{100}$ zu bestimmen. Sehr viel grösser schien α im Serum zu sein, denn ich erhielt mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes Quotienten wie $\frac{1}{2 \cdot 8}$; $\frac{1}{3 \cdot 6}$, und bei der zweiten Beobachtungsweise warf die secundäre Wirkung des ungeschwächten Daniell's nach 5′ Durchströmung das Bild der Scale aus dem Gesichtsfelde. Ganz ähnliche Werthe von α lieferten *Kupfer*drähte im Pferde*serum;* mit *Platin*drähten war α auch

1) Verquicktes Zink in verdünnter Schwefelsäure wird nach Hrn. Poggendorff durch Schütteln negativ. Vergl. diese Berichte, 1854, S. 297.

hier = 1. Was nun die positive Ladung des verquickten Zinks betrifft, so nahmen im destillirten Wasser die Ungleichartigkeiten eine etwas mildere Gestalt an, und es zeigte sich mit einem Daniell an der Siemens'schen Wippe folgende merkwürdige Erscheinung. Beim Schliessen des Schlüssels S_1, während die Bussole im secundären Kreise beobachtet wurde, entstand zuerst ein Ausschlag im Sinne negativer Ladung. Darauf fingen positive Ladungen sich zu entwickeln an, dergestalt, dass die secundäre Wirkung durch Null hindurch ihr Zeichen wechselte, wobei das sonst negative, hier positiv gewordene a zu etwa $^1/_{55}$ bestimmt wurde. Wurde dann S_1 geöffnet, so nahm, trotz dem Aufhören des primären Stromes, anfangs noch die positive secundäre Wirkung an Stärke zu; unstreitig, und in Uebereinstimmung mit dem, was wir oben S. 136 über die gleichzeitige positive und negative Ladung des käuflichen Zinks in eben solcher Zinklösung angenommen haben, weil die schneller entstehende, aber auch schneller vergehende negative Ladung jetzt fortfiel, die sich während der Dauer des primären Stromes von der secundären Wirkung im positiven Sinne abgezogen hatte. Bei der zweiten Beobachtungsweise wurde leicht sehr starke positive Ladung beobachtet, die im Falle schwacher Ströme ganz rein zur Erscheinung kam, während im Fall eines ungeschwächten Daniell's dem positiven Hauptausschlage ein negativer Vorschlag vorausging.

Wir kehren nun zum verquickten Zink in den Zinklösungen zurück. Zu der unschätzbaren Gleichartigkeit, die wir an diesen Combinationen zu rühmen gefunden haben, gesellt sich also, nach den Versuchen an der Siemens'schen Wippe, auch noch eine bei weitem geringere Ladungsfähigkeit, als die irgend einer anderen bekannten Combination. Es ist leicht, sich von demselben Ergebniss noch auf eine andere Art zu überzeugen. Man lässt zuerst den primären Strom im nämlichen Kreise nach einander durch die Zinkzelle und durch die damit zu vergleichende Combination gehen, und setzt dann plötzlich die beiden letzteren einander im Multiplicatorkreise dergestalt entgegen, dass die Richtung des Ausschlages anzeigt, welcher von beiden Combinationen die grössere secundär-elektromotorische Kraft zukomme. In Ermangelung der eigens von Hrn. Poggendorff hierzu

angegebenen Wippe [1]) gelingt dies leicht mittels einer Doppelwippe, wie sie S. 128 in C_2 C_3, C_6 C_7 angedeutet ist. Ich stellte dergestalt folgende Vergleiche an.

1) *Verquickte Zinkdrähte in gesättigter käuflicher schwefelsaurer Zink-, und Kupferdrähte in schwefelsaurer Kupferoxydlösung.* Nachdem der Strom eines ungeschwächten Daniell's 1—2′ hindurchgeschickt worden, erfolgte an der Bussole, bei voller Empfindlichkeit derselben, ein kräftiger Ausschlag im Sinne der negativen Ladung der Kupferzelle. Mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes sah ich anfänglich zu meinem nicht geringen Befremden einen kleinen Ausschlag (2—3 Scalentheile) im Sinne negativer Ladung der Zinkzelle erscheinen. Bei näherer Untersuchung zeigte sich indess, dass, wie es nach den oben S. 143, 144 beschriebenen Versuchen nicht anders sein konnte, die Polarisation der Zinkzelle schlechterdings unmerklich war, dass aber die Kupferzelle unter diesen Umständen eine geringe Spur positiver Polarisation besass, welche den Anschein überwiegender negativer Ladung der Zinkzelle bewirkt hatte.

2) *Kupferzelle wie vorher, und reines Zink in gesättigter reiner schwefelsaurer Zinkoxydlösung.* Mit Strömen von der Ordnung des Muskelstromes wurde nichts deutliches wahrgenommen, indem die Ungleichartigkeiten sich feineren Wahrnehmungen widersetzten. Mit dem Strom des ungeschwächten Daniell's erfolgte ein ansehnlicher Ausschlag im Sinne negativer Ladung der Zinkzelle.

3) *Kupferzelle wie vorher, und Silberdrähte in Silberlösung wie oben* S. 134. Bei schwachen Strömen hat die Silberzelle ein sehr bedeutendes, bei starken die Kupferzelle ein geringes Uebergewicht. Nach den oben bestimmten Werthen von α für die Silberzelle hätte Letzteres nicht der Fall sein sollen.

4) *Kupferzelle wie vorher, und Platindrähte in rauchender Salpetersäure wie oben* S. 133. Erfolg wie beim vorigen Versuch. Mit schwachen Strömen überwiegt die Platin-Salpetersäure-, mit starken die Kupferzelle.

---

1) Annalen u. s. w. 1844. Bd. LXI. S 612. *

Wie man sieht, spricht auch diese Beobachtungsreihe dafür, dass das verquickte Zink in Zinklösung die am wenigsten ladungsfähige Combination sei. Was aber die beiden letzten Versuche betrifft, so giebt sich darin abermals ein Widerspruch kund, gleich dem bereits oben S. 460 bemerkten, zwischen dem an der Siemens'schen Wippe gewonnenen Ergebniss und dem des gewöhnlichen Verfahrens, die Ladung durch Umlegen der Wippe eines Stromwenders zu beobachten. Auf doppelte Art kann man die Erklärung dieses Widerspruchs versuchen.

Entweder nämlich braucht die Kupferladung längere Zeit, um sich zu entwickeln, und dies ist der Grund, weshalb α an der Siemens'schen Wippe für das Kupfer kleiner ausfällt als für die beiden anderen Combinationen. Oder die Kupferladung ist nachhaltiger als die dieser letzteren, so dass, wenn der Wechsel der Verbindungen mittels der Wippe eines Stromwenders, d. h. verhältnissmässig ziemlich langsam, geschieht, die Ladung des Silbers in Silberlösung, des Platins in Salpetersäure, schon Zeit gehabt hat, sich zu zerstreuen, während sie zur Zeit, wo die Siemens'sche Wippe den secundären Kreis nach Oeffnung des primären schliesst, in der That die des Kupfers übertrifft. Beide Voraussetzungen lassen, ohne Hinzunahme weiterer Muthmaassungen, unerklärt, weshalb der Erfolg mit den schwachen Strömen ein verschiedener sei von dem mit den starken Strömen beobachteten.

Weder hierauf, noch auf die Frage, welche von beiden Annahmen der Wirklichkeit entspreche, wollen wir indess näher eingehen. Uns interessirt an dem in Rede stehenden Verhalten vorzugsweise das Licht, welches dasselbe auf den Werth des bisher von uns zur Bestimmung der Ladungsfähigkeit der Combinationen angewandten Verfahrens zu werfen geeignet ist. Man sieht, dass wir aus der Grösse, in der die Ladung nach Aufhören des primären Stromes erscheint, keinen sicheren Schluss auf die Ladungsfähigkeit einer Combination machen können. Ein ähnliches Verhältniss, wie zwischen der Ladung der galvanoplastischen Kupfercombination und der des Platins in Salpetersäure, könnte zwischen der des verquickten Zinks in Zinklösung, und der der galvanoplastischen Kupfercombination, stattfinden.

Zwar schliessen die bei der zweiten Beobachtungsweise und auch so eben bei der Entgegensetzung der Zink- und Kupferzelle nach längerer Durchströmung gemachten Wahrnehmungen die Möglichkeit aus, dass das verquickte Zink in Zinklösung an der Siemens'schen Wippe deshalb ein so kleines α geliefert habe, weil die Polarisation desselben wegen der kurzen, durch den Gang der Wippe bedingten Schliessung des primären Stromes nicht Zeit gehabt habe, sich zu entwickeln. Sehr wohl denkbar wäre es dagegen wegen der geringeren Fähigkeit der positiven Metalle, Gase an ihrer Oberfläche zu verdichten (vergl. oben S. 122), dass die Ladung des verquickten Zinks in Zinklösung bedeutend flüchtiger wäre, als die des Kupfers in Kupferlösung, und dass darauf der erstaunlich kleine Werth von α bei ersterem beruht habe.

Mit einem Worte, den Curven, in denen während des Schlusses der primären Kette die Polarisation bis zu einer gewissen Grenze wächst, um nach Oeffnung der Kette wieder abzufallen, sei's dass der secundäre Kreis offen bleibe, oder nach kürzerer oder längerer Zeit geschlossen werde, diesen Curven darf bei verschiedenen Combinationen gewiss nicht ohne Weiteres ein gleiches Gesetz untergelegt werden. Ich kann nicht umhin, in der Nichtberücksichtigung dieses Umstandes einen gewichtigen Einwurf gegen den von Hrn. Wild (s. oben S. 131 Anm.) veröffentlichten Vorschlag zur gesondertenBestimmung der Polarisation und des Uebergangswiderstandes zu erblicken, wonach zuerst die durch Polarisation und Uebergangswiderstand gemeinschaftlich bewirkte Stromschwächung in eine Gleichung gebracht, und dann daraus die Polarisation mit Hülfe eines Werthes eliminirt werden soll, der aus Beobachtung derselben nach Oeffnung des primären Kreises hervorgeht. Ich weiss sehr wohl, dass die Polarisation nach dem Oeffnen des primären Kreises, so lange der secundäre Kreis nicht geschlossen ist, bei weitem langsamer sinkt, als nachdem dies geschehen. Oeffnet man den Hauptkreis einer Kette, in deren Nebenleitung, wie in unserer ersten Figur, Platinelektroden in verdünnter Schwefelsäure oder Kochsalzlösung eingeschaltet sind, auf wenige Augenblicke, wobei der secundäre Kreis geschlossen bleibt, und die Ladung sich abgleichen kann, so geht der durch die Ladung geschwächte

Strom der Kette sofort wieder zeitweise bedeutend in die Höhe. Dies ist nicht der Fall, mit anderen Worten, die Polarisation bleibt verhältnissmässig unverändert, wenn man statt des Hauptkreises die Nebenleitung selber eben so lange öffnet, weil nun der Ladung zwar wie vorher der sie auf steter Höhe erhaltende primäre Strom entzogen, allein diesmal keine Gelegenheit zur Abgleichung gegeben ist. Nichtsdestoweniger muss ich darauf bestehen, dass, bis nicht für jeden einzelnen Fall das Gegentheil erwiesen ist, keine andere Bestimmung der Polarisation oder der Ladungsfähigkeit einer Combination Vertrauen verdient, als solche die während der Dauer des primären Stromes in dessen Kreise selber gemacht, oder wenigstens mit Hülfe von dergleichen Beobachtungen controlirt sind.

Es bleibt uns also schliesslich übrig, auch noch auf diese Art die Unpolarisirbarkeit unserer Combination darzuthun. Ich hatte einen parallelepipedischen Trog aus gefirnisstem Eichenholz von 125^{mm} Länge, 53^{mm} Breite und 40^{mm} Tiefe, in dessen Wände und Boden, ehe dieselben zum Troge zusammengefügt wurden, in Ebenen senkrecht auf die Längsrichtung des Troges und in 15.6^{mm} Abstand von einander, neun 5^{mm} tiefe Sägeschnitte angebracht waren. Diese dienten dazu, Bleche aufzunehmen, welche sich alsdann als Zwischenplatten auf der Bahn eines den Trog der Länge nach durchfliessenden Stromes eingeschaltet fanden, indem die Leitung durch die im Falz um das Blech herum übrigbleibende capillare Flüssigkeitsschicht nicht in Betracht kam. Dieser Trog wurde 5^{mm} hoch mit gesättigter schwefelsaurer Zinkoxydlösung gefüllt, und mit zwei verquickten Zinkblechen als Elektroden in den beiden äussersten Falzen, in den Kreis einer Grove'schen Kette und der Bussole gebracht. Während das Bild der Scale im Fernrohr beobachtet wurde, schob ich nach einander verquickte Zinkbleche auch in die sieben übrigen Falze. Da die Flüssigkeitssäule im Troge dabei nicht allein um 5^{mm} verkürzt wurde (so viel betrug die Gesammtdicke der sieben Bleche, deren Widerstand vernachlässigt werden kann), sondern zugleich, wegen der durch die Bleche verdrängten Flüssigkeit, an Querschnitt zunahm, so nahm der Widerstand des Troges durch das Einsenken der sieben Bleche um $^1/_{10}$ ab. Ich hatte aber, hierauf rechnend, einen so bedeutenden

metallischen Widerstand in den Kreis eingeführt, dass eine Verkürzung des Troges um $^7/_8$, wie sie die Folge des Versenkens der äussersten, als Elektroden dienenden Bleche in zwei einander zunächst befindliche Falze war, den Widerstand des Kreises nur um $^1/_{196}$, das Einsenken der sieben Bleche denselben folglich nur um $^1/_{1666}$ verminderte. Bei einer Ablenkung von 150 Scalentheilen musste also die durch Verminderung des Widerstandes beim Einsenken der Bleche erzeugte Vermehrung der Stromstärke unter 0.1 Scalentheil bleiben, und es hätte mir nicht entgehen können, wenn die sieben Bleche, deren jedes ein Elektrodenpaar von nur 2.65 Quadratcentimeter Oberfläche vorstellte, durch eine der des primären Stromes entgegengesetzte elektromotorische Kraft, eine Verkleinerung der Ablenkung auch nur um 0.2, oder eine Schwächung des Stromes um $^1/_{750}$, d. h. also jedes Blech eine Schwächung um etwa $^1/_{5000}$, hervorgebracht hätten. Ich konnte aber mit dem Strome der zwar nicht durch Nebenschliessung, wohl aber durch die eingeführten Widerstände sehr geschwächten Grove'schen Kette nichts der Art wahrnehmen. Mit sehr schwachen Strömen traten beim Einsenken und Herausnehmen jeder einzelnen Platte Spuren von Wirkung, bald in der einen, bald in der anderen Richtung auf, die aber sichtlich nicht auf Polarisation, sondern auf leichter Ungleichartigkeit der beiden Seiten der Platten beruhten.

Da bei dieser Versuchsweise die Oberfläche der Elektroden, obschon im Vergleich zu der, die man in thierisch-elektrischen Versuchen anwenden kann, nur klein, mit Rücksicht auf den Zweck, die Ladungsfähigkeit zu prüfen, immerhin eine grosse zu nennen war, so änderte ich die Anordnung noch in folgender Art ab, wobei ich zwar eine beliebig kleine Oberfläche, jedoch nur noch ein Elektrodenpaar anwenden konnte.

In den Kreis einer zweigliederigen Grove'schen Säule und der Bussole wurden zwei verquickte Zinkbleche eingeschaltet, die in zwei Gefässe *A* und *B* mit derselben Zinklösung, wie oben, tauchten. *A* und *B* waren durch ein 250^{mm} langes zweimal rechtwinklich gebogenes, mit derselben Lösung gefülltes Thermometerrohr verbunden. Neben *B* stand ein drittes ähnliches Gefäss *C* mit Zinklösung. In *B* und *C* tauchten verquickte Zinkdrähte von 0.5^{mm} Durchmesser 5^{mm}

tief, also mit einer Oberfläche von 7—8 Quadratmillimetern, ein. Dieselben waren metallisch verbunden und stellten das plötzlich in den Kreis einzuführende Elektrodenpaar vor. Die Einführung geschah einfach so, dass das Thermometerrohr, während sein eines Ende in *A* stecken blieb, mit seinem anderen Ende aus *B* in *C* übertragen wurde. Natürlich verschwand unter diesen Umständen jeder andere Widerstand im Kreise, auch der etwaige Uebergangswiderstand, gegen den des capillaren Flüssigkeitsfadens im Thermometerrohr, und die Einführung des Gefässes *C* liess demnach auch zuerst die Stromstärke durchaus unverändert. Jedoch durfte dabei das Rohr nicht mit den Fingern angefasst werden, sondern es ward nothwendig, es mittels einer Handhabe zu bewegen, weil die durch die Finger bewirkte geringe Temperaturerhöhung des Rohres wegen des dadurch verminderten Widerstandes des Flüssigkeitsfadens sofort einen Ausschlag um mehrere Scalentheile hervorbrachte, so dass man sich einer solchen Vorrichtung als eines höchst empfindlichen Thermoskops bedienen könnte. Wenn aber *C* eine Zeit lang im Kreise gewesen war und dann plötzlich wieder durch Zurückführung des entsprechenden Endes des Thermometerrohrs nach *B* davon ausgeschlossen wurde, fand allerdings in einigen Fällen eine geringe Vermehrung der Stromstärke statt, die sich jedoch höchstens auf $^1/_{300}$ belief. Mit frisch verquickten Drähten aber habe ich auch gesehen, dass bei über 200 Scalentheilen Ablenkung der Faden sich genau an derselben Stelle der Scale wieder einfand, die er mit dem Elektrodenpaar im Kreise zuletzt inne hatte. Die Stromstärke war in diesem Versuche trotz der bedeutenden elektromotorischen Kraft, wegen des ungeheuren Widerstandes, nicht viel grösser, als die des Muskelstromes.

Mit Zinklösung, die mit einem gleichen Volum Wassers verdünnt worden war, gaben frisch verquickte Zinkdrähte, die in gesättigter Lösung keine Spur von Schwächung erzeugt hatten, etwa $^1/_{400}$ Stromabnahme. Dies scheint zwar mit dem zu stimmen, was wir an der Siemens'schen Wippe mit dem verquickten Zink in verdünnter Zinklösung beobachtet haben (s. oben S. 147), doch möchte ich vor der Hand nichts darauf geben. Wie dem auch sei, man sieht, dass sich auf diesem Wege, wie mit der Siemens'schen Wippe, die Ladung

des verquickten Zinks in schwefelsaurer Zinkoxydlösung im günstigsten Falle nur eben spurweise darthun lässt.

Als aber die verquickten Zinkdrähte durch Elektroden aus reinem Zink ersetzt wurden, betrug die Stromschwächung mit der gesättigten Lösung $^1/_{30}$, mit der verdünnten, gleichfalls in Uebereinstimmung mit dem an der Siemens'schen Wippe Wahrgenommenen (s. oben S. 147) sogar $^1/_{20}$.

Jetzt wiederholte ich dieselben Versuche, sowohl die eben beschriebenen, als den mit dem Trog voll Zwischenplatten, mit Kupferelektroden in Kupferlösung. Der Versuch im Troge konnte indess wegen der Ungleichartigkeiten der Platten nur mit so starken Strömen angestellt werden, dass gegen die denselben zu Grunde liegende elektromotorische Kraft die jener Ungleichartigkeiten verschwand. Es ergab sich, dass bei dieser Art der Prüfung das Kupfer in Kupferlösung ungefähr dasselbe höchst geringe Maass von Polarisirbarkeit zeigte, wie zuweilen das verquickte Zink in Zinklösung. Im Troge war die Polarisation unwahrnehmbar, mit einem Paar Drahtelektroden betrug sie ungefähr $^1/_{500}$. Es hat also, wenn man von den so eben erwähnten Fällen absieht, wo das frisch verquickte Zink durchaus keine bemerkbare Stromschwächung bewirkte, in der That den Anschein, als ob an der Siemens'schen und an der Poggendorff-schen Wippe die Polarisation des Kupfers die des verquickten Zinks nur deshalb übertroffen habe, weil erstere minder flüchtig sei. Indessen ist es doch unmöglich, dass die elektromotorische Gegenkraft des Kupfers in Kupferlösung während der Dauer des primären Stromes nur etwa $^1/_{500}$ betrage, und nach dem Aufhören desselben an der Siemens'schen Wippe eine Wirkung erzeuge, der im Mittel eine elektromotorische Kraft von $^1/_{155}$, wegen der sofort beginnenden Abgleichung anfangs also noch eine viel bedeutendere, zu Grunde liegen muss. Ich vermuthe deshalb, dass die oben S. 150 bemerkte positive Polarisation des Kupfers in Kupferlösung sich hier in der Weise eingemischt habe, dass die wahrgenommene Wirkung nur der Unterschied der negativen und der positiven Ladung war, während an der Siemens'schen Wippe, ganz wie es bei dem käuflichen Zink der

Fall ist (s. oben S. 137. 138), allein die negative Ladung zur Erscheinung kommt.

Nach alledem kann keine Frage mehr sein, welcher Combination wir, um bei thierisch-elektrischen und bei Reizversuchen die Polarisation zu vermeiden, den Vorzug zu geben haben werden. Von dem reinen Zink in Zinklösung kann begreiflich dabei die Rede nicht mehr sein. Was das Kupfer in Kupferlösung betrifft, so wird bei Anwendung grösserer Elektrodenflächen dessen Polarisation zwar auch unmerklich, bei kleineren hat sie sich uns, im geschlossenen primären Kreise, als von gleicher Ordnung mit der des nicht mehr ganz frisch verquickten Zinks gezeigt. Abgesehen indess von der Unsicherheit die noch über diesem letzteren Ergebniss schwebt, versteht es sich doch von selbst, dass dem verquickten Zink in Zinklösung der Vorzug gebührt wegen jener wunderbaren Gleichartigkeit, wodurch sich diese Combination vor allen anderen auszeichnet.

Wir haben uns bis jetzt ausschliesslich mit der Beseitigung der an der Grenze der metallischen Multiplicatorenden und der zuleitenden Flüssigkeit auftretenden elektromotorischen Gegenkraft beschäftigt. Es könnte scheinen, als ob nun auch noch der Uebergangswiderstand eine eben so sorgfältige Berücksichtigung verlange. Indessen ist zu erwägen, dass erstens der Uebergangswiderstand im Allgemeinen mit der Polarisation gleichen Schritt hält, so dass beide gleichzeitig unmerklich werden dürften; zweitens, dass dieser Widerstand gegen den der Muskeln, vollends der Nerven, der Eiweisshäutchen, der übrigen flüssigen Theile des Kreises, endlich des Multiplicatorgewindes, bei Reizversuchen der Pflüger'schen Eiweissröhren [1]), nothwendig verschwinden müsse.

Worauf die Gleichartigkeit des verquickten Zinks in Zinklösung beruhe, weiss ich nicht. Wo Hr. Faraday von dem von Kemp erfundenen und so wichtig gewordenen Kunstgriff handelt, die Zinkplatten der galvanischen Ketten durch Verquickung vor dem örtlichen Angriff der Säure zu schützen, sagt er: „It is probable that the

[1]) Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus. Berlin 1859. S. 98 ff. *

„mercury acts by bringing the surface, in consequence of its fluidity, „into one uniform condition, and preventing those differences in „character between one spot and another which are necessary for the „formation of the minute voltaic circuits referred to. If any difference „does exist at the first moment, with regard to the proportion of zinc „and mercury, at one spot on the surface, as compared with another, „that spot having the least mercury is first acted on, and, by solution „of the zinc, is soon placed in the same condition as the other parts, „and the whole plate rendered superficially uniform.“ [1]). Diese sinnreiche Betrachtung passt aber schwerlich auf unseren Fall. Zugegeben, dass in den angewandten Zinklösungen jene Ausgleichung der mit verschiedenen Mengen Zinks und Quecksilbers behafteten Stellen noch möglich sei, würde doch zu erinnern sein, dass gerade in verdünnter Schwefelsäure verquickte Zinkelektroden ungeheure Ungleichartigkeiten offenbaren; dass man leicht an ihrer Oberfläche Ungleichartigkeiten mittels Jäger's Verfahren (durch aufgelegtes, mit destillirtem Wasser befeuchtetes Lakmuspapier) entdecke [2]); endlich dass, wie oben S. 143. 144 berichtet wurde, verquickte Zinkplatten unter Umständen gleichartig erscheinen, wo Zink und Quecksilber ganz gewiss nicht gleichförmig an ihrer Oberfläche vertheilt sind. Zwei Quecksilberkuppen unter verdünnter Schwefelsäure als Elektroden benutzt, liessen bedeutende Ungleichartigkeiten hervortreten.

Ebensowenig weiss ich über die Ursache der Unpolarisirbarkeit unserer Combination etwas beizubringen. Wie wenig zu erwarten dies Verhalten von vorn herein war, habe ich schon oben S. 122. 123 angedeutet. Da es dennoch stattfindet, so muss man sich vielleicht denken, dass die Quecksilbertheilchen als solche nicht mehr in elektromotorische Wechselwirkung mit dem Wasserstoff zu treten vermögen, sondern nur als Bestandtheile der Atomgruppen von Zinkamalgam. Quecksilber unter verdünnter Schwefelsäure gab an der

---

[1]) Experimental Researches in Electricity. Reprinted from the Philosophical Transactions etc. London 1839. Vol. I. p. 304. Ser. VIII. 1834. No. 1000; * — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1835. Bd. XXXV. S. 238. *

[2]) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 613.

Siemens'schen Wippe $\alpha = \frac{1}{1 \cdot 3}$. Es ist also nicht daran zu denken, dass die geringe Ladungsfähigkeit des verquickten Zinks von der Flüssigkeit der Oberfläche herrühre, vollends nicht, da bereits krystallinisch gewordenes Amalgam dieselbe Eigenschaft zeigt. Verquicktes Zink verhält sich nach J. W. Ritter's Entdeckung positiv gegen nicht verquicktes [1]), und mag deshalb mit Wasserstoff weniger stark elektromotorisch wirken. Wenn dies aber auch, was schwerlich der Fall ist, die Vernichtung der so bedeutenden negativen Ladungsfähigkeit des rohen Zinks durch die Verquickung ausreichend erklärte, so bliebe noch immer das Räthsel übrig, wie auch die an und für sich so geheimnissvolle, positive Polarisirbarkeit zugleich ein Ende nehmen könne.

Es ist klar, dass zum Verständniss dieser Vorgänge ein sehr viel eingehenderes Studium derselben erforderlich wäre. Es müsste die Polarisation jeder einzelnen Elektrode, die Abhängigkeit der Gleichartigkeit und Polarisation von der Concentration der Lösung innerhalb weiterer Grenzen, der Einfluss der Verquickung auf Gleichartigkeit und Polarisation anderer Metalle und vieles Andere erforscht sein, ehe man daran denken könnte, hier zur Einsicht zu gelangen. Es lag, wie gesagt, nicht in meinem Plane, mich mit der Lösung solcher Aufgaben zu befassen, sondern ich durfte nunmehr durch Auffindung einer unpolarisirbaren und überdies von Natur gleichartigen Combination mein Ziel für erreicht, ja meine Wünsche für übertroffen halten.

Die thierisch-elektrischen und die Reizversuche werden von nun an eine andere Gestalt annehmen. Jenes Heer von Schwierigkeiten, welches, wenigstens am Nerven-Multiplicator, stets noch aus Ungleichartigkeiten auch der am sorgfältigsten behandelten Platinplatten erwächst, und gegen welches ich in früherer Zeit so manchen qualvollen Tag vergeblich gestritten, hatte ich nun freilich schon längst dadurch zu besiegen gelernt, dass ich den Multiplicatorkreis zur Nebenschliessung einer Daniell'schen Kette in der Art machte, wie dies oben S. 129. 130 für den die Elektroden enthaltenden Kreis vorgestellt ist, und jeder auftauchenden Ungleichartigkeit sofort mit einer

[1]) Gilbert's Annalen der Physik. 1804. Bd. XVI. S. 303 ff. *

gleichen und entgegengesetzten, dem Daniell mittels einer passenden Länge des Nebenschliessungsdrahtes entlehnten, elektromotorischen Kraft begegnete. Allein viel besser wird es sein, ohne alle Vorbereitung, Vorsichtsmaassregel und Hülfsvorrichtung, ohne Waschen, Ausglühen, Einhüllen in den Fliesspapiermantel, Firnissen, Geschlossenstehenlassen, Compensiren u. s. w., in jedem Augenblick über völlig gleichartige und unter allen Umständen auch gleichartig bleibende Elektroden zu gebieten, die man sich noch dazu, da sie keinen in Betracht kommenden Geldwerth haben, in beliebiger Anzahl verschaffen kann. Man braucht die Zuleitungsgefässe nicht mehr zum Kreise geschlossen, ja nicht einmal mehr zusammengesetzt zu halten, sondern man hat nur dafür zu sorgen, dass in der Zwischenzeit der Versuche die Lösung in den Bäuschen nicht krystallisire. Die ganze Vorrichtung wird übrigens jetzt passend dahin abzuändern sein, dass die Zuleitungsgefässe selber aus Zink gegossen, auswendig lackirt, inwendig verquickt, zur Isolirung auf ein paar Glasstreifen gekittet, und unmittelbar mit der Klemmschraube zur Aufnahme der Multiplicatorenden versehen werden. Ich habe zur Anfertigung dieser neuen Zuleitungsgefässe bereits die Einleitung getroffen.

Von dieser Seite also werden nun die bisher so beschwerlichen thierisch-elektrischen Versuche plötzlich zu den leichtesten, die es geben kann. Aber durch den Fortfall der Polarisation in irgend in Betracht kommenden Maasse wird jetzt zugleich eine Menge von Versuchen möglich gemacht, auf deren Ausführung man früher zu verzichten hatte, und eine Menge anderer nimmt eine einfachere Gestalt an, in der sich der den thierischen Erregern zukommende Antheil an der Erscheinung klarer ausspricht als bisher. Der Vorschlag des Hrn. Beins, bei den thierisch-elektrischen Versuchen einen Depolarisator nach Art der von Hrn. Becquerel d. V. angegebenen anzuwenden [1]), ist nun überflüssig gemacht. Mit den absolut gleich-

---

[1]) Verhandeling over de Galvanische Polarisatie met betrekking tot de Leer der dierlijke Electriciteit, etc. Groningen 1858. * — Van Deen, Vergelijking tusschen het door H. Beins uitgevonden werktuig tot onderzoek van dierlijke

artigen, unpolarisirbaren verquickten Zinkelektroden zur Ableitung; mit dem Princip der Nebenleitung zur Erzeugung auf's Feinste abgestufter elektromotorischer Kräfte jeder Ordnung; endlich mit der Spiegelbussole, die, bei gleicher Empfindlichkeit mit dem Nerven-Multiplicator (s. oben S. 128) keiner schwierigen und vergänglichen Graduirung mehr bedarf: steht jetzt nichts mehr in diesem Gebiete der Ausführung messender Versuche entgegen, und eine neue Bahn wichtiger Untersuchungen ist eröffnet.

Die Erfahrung hat noch zu lehren, welcher Zinklösung bei den thierisch-elektrischen Versuchen der Vorzug zu geben sei. Die gesättigte Chlorzinklösung dürfte, wegen ihrer Wassergier, ihres geringen Leitvermögens, vorzüglich aber deshalb von vorn herein zu verwerfen sein, weil sie nach den Angaben des Hrn. F. Schulze in Rostock, und der Hrn. Barreswil und Rilliet, auf die Cellulose der Bäusche ähnlich wie Schwefelsäure wirken, d. h. dieselbe auflösen würde. Ob nicht auch verdünnte Chlorzinklösung bei monatelanger Berührung zuletzt die Consistenz des Papiers zu beeinträchtigen vermöge, ist noch unbekannt. Jedenfalls richtet sich unter diesen Umständen die Aufmerksamkeit zunächst mehr auf die schwefelsaure Zinkoxydlösung, und es würde sich nur noch fragen, ob die gesättigte oder die mit dem gleichen Volum Wassers verdünnte Lösung für den Gebrauch die bessere sei.

Für die Anwendung der letzteren würde sprechen, dass sie erstens die thierischen Theile minder heftig anätzen würde, und dass sie zweitens besser leitet.

In der That erscheint das schlechte Leitvermögen der Zinklösungen überhaupt [1]) hier zuerst als kein ganz ungewichtiger Uebelstand.

Electriciteit en den tot hetzelfde doel gebezigden toestel van E. du Bois-Reymond. * (Separat-Abdruck.) — Vergl. Becquerel in Annales de Chimie et de Physique. 3me Série. 1854. T. XLII. p. 389 et suiv. *

[1]) Journal für praktische Chemie. 1852. Bd. LVI. S. 58. *

[2]) Nach Hrn. E. Becquerel (s. oben S. 119. Anm.) leitet nämlich gesättigte Na Cl lösung besser als

gesättigte $CuSO_4$ lösung . . . . . 5.81 mal

Zwar nicht so sehr wegen der dadurch bedingten Vermehrung des Widerstandes des Multiplicatorkreises. Denn durch den Fortfall der Polarisation wird doch die Stärke wenigstens der dauernden Wirkung der thierisch-elektrischen Ströme im Multiplicatorkreise sehr erhöht sein. Allein erstens kann man, wie ich gefunden habe, nun nicht mehr durch einen neben dem Muskel über die Zuleitungsbäusche gebrückten Schliessungsbausch den Muskelstrom im Multiplicator zum Verschwinden bringen, oder, wie ich es nenne, abblenden, was in vielen Fällen ein nützlicher Kunstgriff ist. Zweitens besitzt Fliesspapier mit Kupferlösung getränkt, wegen des geringen Leitungsvermögens derselben, ein gewisses, wenn auch sehr kleines Maass innerer Polarisirbarkeit [1]). Unzweifelhaft wird ihm dasselbe auch mit den Zinklösungen zustehen.

Inzwischen wird man sich, was das Abblenden des Stromes betrifft, nunmehr dazu, anstatt des Schliessungsbausches, einer verquickten Zinkplatte bedienen können. In Ansehung des zweiten Punktes ist nicht zu vergessen, dass, um am Nerven-Multiplicator Spuren der inneren Polarisation mit Kupferlösung getränkten Fliesspapieres wahrzunehmen, balkenförmige Bäusche von viel grösserer Länge und viel kleinerem Querschnitt als Zuleitungsbäusche sie darbieten [2]), dem Strom einer dreissiggliederigen Grove'schen Säule ausgesetzt wurden. Die innere Polarisation dürfte folglich hier unmerklich sein. Ohnehin wird man, bei Anwendung auch der mit verdünnter Zinklösung getränkten Bäusche, die gleichfalls innerlich polarisirbaren Eiweisshäutchen nicht entbehren können. Sollen auch diese Spuren nicht dem thierischen Erreger angehöriger inneren Ladung aus dem Kreise verbannt werden,

---

gesättigte	$ZnSO_4$lösung	5.46 mal
„	„ „ „ und HO $\overline{aa}$ d. Vol. nach	4.42 „
„	„ Cl „ „ „ „ „ „ „	3.32 „
„	„ „ „	16.38 „

(für Zn Cl mit Zugrundelegung meiner oben S. 147 angeführten Bestimmung).

[1]) S. diese Zeitschrift Bd. IV. 1858. S. 162.

[2]) Ebendas. S. 151.

so bleibt nichts übrig, als eine Einrichtung, ähnlich den von Hrn. Pflüger angegebenen Eiweissröhren, die in ihrer jetzigen Gestalt für die Ableitung der thierisch-elektrischen Ströme einen viel zu grossen Widerstand haben. Und selbst alsdann wird man noch nicht aller Ladung ausserhalb des thierischen Erregers ledig sein, da an der Grenze der Zinklösung und des Eiweisses unzweifelhaft eine, wenn auch ihrer Richtung und Grösse nach noch nicht erforschte Polarisation stattfindet [1]).

Da nun zudem der Unterschied zwischen dem Leitvermögen der gesättigten und der verdünnten Lösung auch nur klein ist, so wird natürlich Alles darauf ankommen, ob die letztere gleich der ersteren dauernd und sicher den Vortheil der vollkommenen Gleichartigkeit der ableitenden Vorrichtung gewähre. Hierüber zu urtheilen bin ich nach meinen jetzigen Erfahrungen noch nicht im Stande. Thatsache ist nur, dass von zwei verquickten Zinkplatten, deren eine in gesättigter, die andere in verdünnter Lösung steht, während ein mit verdünnter Lösung gefülltes, mit Goldschlägerhaut überbundenes Schliessungsrohr die Verbindung herstellt, die letztere sich so stark positiv gegen die erstere zeigt, dass die Nadel des Nerven-Multiplicators dadurch dauernd an der Hemmung gehalten wird. Danach ist zu besorgen, dass auch schon solche Unterschiede in der Concentration der in beiden Zuleitungsgefässen enthaltenen Lösungen, wie sie sich im Laufe der Versuche einstellen können, bereits merklich elektromotorisch wirken dürften. In diesem Falle würde natürlich, trotz ihrem geringeren Leitvermögen, der gesättigten Lösung der Vorzug zu schenken sein, welche nur durch Verdünnung, wozu keine Gelegenheit ist, nicht aber durch Verdunstung, ungleichartig werden kann. Jenen Uebelstand, der bei der gesättigten Kochsalzlösung so lästig fällt, nämlich das Efflorescіren des Salzes [2]), hat man hier nicht zu fürchten, da einmal,

---

[1]) S. ebendaselbst S. 144.

[2]) Mit Kochsalz ist hier das käufliche Salz der K. Preussischen Salinen gemeint, wie es vor der Erbohrung der Stassfurter Steinsalzlager im Handel vorkam. Hr. Prof. Funke hat mir mitgetheilt, dass nach seinen Erfahrungen bei thierisch-

wie bemerkt, nicht mehr nöthig sein wird, die Vorrichtung dauernd zusammengesetzt zu halten, und da für's zweite die gesättigte schwefelsaure Zinkoxydlösung sehr viel weniger als die Kochsalzlösung efflorescirt.

---

elektrischen Versuchen, die nach meiner Vorschrift angestellt wurden, chemisch reine Chlornatriumlösung jene lästige Erscheinung nicht zeigte. Wie sich Lösung des Staassfurter Steinsalzes in dieser Beziehung verhalte, weiss ich noch nicht.

VI.

Ueber die Muskelfasern der Mollusken.

Ein Beitrag zur vergleichenden Structur und Entwicklungs-Lehre des Muskelgewebes.

Von **Dr. Theodor Margo,**
Docenten der Histologie und s. Professor an der k. k. Universität zu Pest [1]).

(Mit 1 Tafel).

Die von mir über die Bildung und den feineren Bau der Muskelfasern angestellten vergleichenden Untersuchungen [2]) haben Resultate geliefert, welche bei der unstreitig hohen Wichtigkeit des Gegenstandes mein Interesse in der Folge um so mehr erregen mussten, als sich daraus für das Verständniss des Muskelgewebes manche neue und bis jetzt unbekannte Gesichtspunkte ergeben hatten.

Es ist mir nämlich gelungen durch eine Reihe von Beobachtungen zu zeigen, dass die Bildungsstätten der Fleischsubstanz eigenthümlich metamorphosirte Zellengebilde (Sarcoplasten) sind, und dass der contractile Inhalt des Sarcolemma aus der Verschmelzung der Sarcoplasten hervorgehe. Dieser Bildungsmodus wurde nicht nur an verschiedenen Wirbelthieren und am Menschen, sondern auch an Insecten und Crustaceen beobachtet.

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Neue Untersuchungen über die Entwickelung, das Wachsthum, die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern. Diese Zeitschrift Bd. VI.

Seit jener Zeit habe ich diesen Gegenstand auch an verschiedenen Mollusken vorgenommen und meine früheren Beobachtungen auch an diesen Thieren vollkommen bestätigt gefunden.

Es wurde hierbei dieselbe Untersuchungsmethode in Anwendung gebracht, die ich bereits bei meinen früheren Untersuchungen als die zweckentsprechendste befunden. Die möglichst lebensfrischen Thiere wurden in Alkohol ertränkt, und nachdem sie einige Zeit darin gelegen hatten, der Präparation unterworfen und in sehr diluirter Lösung von doppeltchromsaurem Kali aufbewahrt.

Durch die Güte der Herren Professoren E. Brücke und K. Wedl fand ich mich in der Lage eine Anzahl von verschiedenen Mollusken (Acephalen, Gasteropoden und Cephalopoden) genauer studiren zu können; andererseits aber lieferten mir die in grosser Menge um Pest vorkommenden Anodonten zu diesem Zwecke ein eben so reichliches als treffliches Material.

Möge es mir nun gestattet sein hier das, was sich bei diesen Untersuchungen sowohl über die eigenthümlichen Structurverhältnisse der in Frage stehenden Muskelfasern der Mollusken, wie auch über ihre Bildung und ihr Wachsthum mir ergeben hat, im Folgenden mitzutheilen.

I. Structur der Muskelfasern.

Was zunächst die feineren Structurverhältnisse der Muskel-Elemente von Mollusken anbelangt, so haben wohl die meisten Forscher bis jetzt nur glatte oder homogene Muskelfasern bei diesen Thieren angenommen.

So sollen nach R. Wagner's Untersuchungen [1]) bei allen Cephalopoden, Gasteropoden, gehäusigen Acephalen und Ascidien durchgängig „Muskelfasern ohne Querstreifen" vorkommen.

Auch Reichert [2]) sah sowohl in dem Mantel der Mollusken, wie im Darm, so wie in den Schliessmuskeln der Bivalven „nur ungestreifte Muskelfasern", und erwähnt nur der einzigen Ausnahme von der Regel, dass bei *Turbo rugosus* einige kleine vom Mantel zum Schlundkopfe gehende Muskeln aus quergestreiften Muskelbündeln gebildet sind.

---

[1]) J. Müller's Handbuch der Physiologie des Menschen. 1835, 2. Bd., 1. Abtheil., S. 318.

[2]) Jahresbericht, in Müller's Archiv. 1841, S. 285.

R. Owen [1]) drückt sich über die Structur der Muskelfasern bei den Mollusken folgendermaassen aus: „the voluntary muscular fibre of the molluscous animals is distinguished from that of the Articulate and Vertebrate animals by the absence of the transverse striae.“

W. Bowman, dem wir sonst über die Histologie der Muskeln nicht wenig zu verdanken haben, scheint sich mit den Muskelfasern der Mollusken nicht näher befasst zu haben; wahrscheinlich jedoch hat derselbe auch bei diesen, wie auch bei anderen niederen Thieren, da und dort, wiewohl nicht ganz deutliche Querstreifen gesehen, wie dies aus folgender Stelle seiner Beschreibung ersichtlich ist: „But in the lower animals, we find, that the distinctive characters of the two varieties begin to merge in to one another and be lost. The transverse stripes grow irregular, not parallel, interrupted; a fibre at one part will possess them, at another part will be without them“ [2]).

Einige nähere Angaben über diesen Gegenstand finden sich bei Eschricht, Lebert und Robin, Leydig, Kölliker, H. Müller, Semper [3]) und Gegenbauer.

D. F. Eschricht's [4]) Untersuchungen beziehen sich bloss auf Molluskoiden, namentlich Salpen, bei denen er die Muskelfasern deutlich quergestreift fand, besonders an alten Weingeistexemplaren deutlicher, als vielleicht bei irgend einem Wirbelthiere oder Articulaten.

H. Lebert und Ch. Robin [5]) haben ferner im Fusse von Pecten und *Pagurus streblonyx,* so wie im Magen von *Aphrodite,* C. Gegenbauer [6]) am *Retractor oculi* bei verschiedenen Helicinen und bei

---

[1]) Art. „Mollusca“, in Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. 1847, p. 365.

[2]) Art. „Muscle“ in Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. 1847, p. 519.

[3]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. VIII. Bd., 1856, S. 345 u. f.

[4]) Müller's Archiv 1841, S. 42. Das dänische Original „Anatomisk-physiologiske Undersögelser over Salperne, Kjöbenhavn 1840. 4. Taf. 5“ stand mir leider nicht zu Gebote.

[5]) Kurze Notiz über allgemeine vergleichende Anatomie niederer Thiere. Müller's Archiv. 1846, S. 127.

[6]) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgasteropoden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. III. Bd., 1851, S. 383.

Limax, H. Müller [1]) in den Kiemenherzen der Cephalopoden, Kölliker [2]) bei einigen Mollusken, Leydig an Cephalopoden [3]) (*Sepiola* und *Loligo*) und im Schlundkopfe und Herzen der *Paludina vivipara* [4]), Muskelfasern mit mehr oder weniger deutlicher Querstreifenbildung wahrgenommen. Aus ihrer Beschreibung lässt sich jedoch mit Sicherheit nicht entnehmen, welcher Art die an den Muskelfasern der Mollusken beobachteten Querstreifen waren. Die meisten scheinen dieselben eher für Runzelungen der Oberfläche, als für wirkliche Querstreifen — den höheren Thieren analog — zu betrachten, wie dies G. Meissner [5]) neuerer Zeit von den musculösen Faserzellen im contrahirten Zustande und von Hessling [6]) auch von den Muskelfasern der Lamellibranchiaten zu behaupten geneigt sind.

Ich habe bereits gezeigt, dass wirkliche Querstreifen auch an den Elementen der organischen Muskeln vorkommen, wo sie ebenso wie bei den quergestreiften Muskelfasern durch die in Querreihen gelagerten *sarcous elements* in der homogenen Grundsubstanz erzeugt werden [7]).

In der vorliegenden Abhandlung soll nun ausführlich dargelegt werden, dass dies auch bei den Muskelfasern der Mollusken der Fall ist, und dass die Querstreifenbildung bei Letzteren durch dieselben bedingenden Momente, wie bei Wirbelthieren und Articulaten, hervorgerufen wird.

Untersucht man die Muskelfasern aus den Schliessmuskeln vollkommen ausgewachsener *Anodonten (A. cygnea, A. anatina),* nachdem man sie nach der oben angegebenen Methode behandelt und sorgfältig

---

[1]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. V. Bd., 1853, S. 345.

[2]) Würzburger Verhandlung, Bd. VIII, S. 109.

[3]) Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre; Müller's Archiv, 1854. S. 304.

[4]) Ueber *Paludina vivipara.* In Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. II. Bd., 1850, S. 191.

[5]) Henle und Pfeufer's Zeitschr. für rat. Med. Reihe III, Bd. II, S. 316.

[6]) Canstatt's Jahresbericht für 1858, S. 234.

[7]) Neue Untersuchungen über die Entwickelung u. s. w. — Separatabdruck aus dem XXXVI. Bd. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. 1859, S. 18 und 19.

isolirt hat, bei 200maliger Vergrösserung, so überzeugt man sich bald, dass dieselben in Bezug auf ihre Dicke oder Breite, Gestalt und Beschaffenheit des contractilen Inhaltes verschieden sein können. Die Breite derselben schwankt von 0·0070 bis 0·0105 Millim., ja 0·0108 Millim. — Die Gestalt ist eine mehr minder abgeplattet cylindrische, oder auch ganz cylindrische, wie dies an Querschnitten getrockneter Muskeln, nachdem sie durch Anfeuchtung ihre ursprüngliche Gestalt wieder erlangt haben, noch leichter zu sehen ist (Fig. 4). Gewöhnlich aber zeigen dann die Durchschnitte einzelner Muskelfasern durch gegenseitigen Druck eine mehr weniger polygonale Gestalt.

Mehrere solche Muskelfasern, zu 12—20 und darüber, liegen neben einander und bilden primäre Bündel, die mit einer Hülle von Bindesubstanz versehen sind. Diese Bündel gruppiren sich dann noch zu secundären und tertiären Bündeln, deren Hüllen wieder von einer entsprechend mächtigeren Schichte von Bindesubstanz gebildet werden. Dass die primären Bündel stets eine wenn auch sehr dünne, kaum wahrnehmbare Hülle von Bindesubstanz besitzen, davon kann man sich in zweifelhaften Fällen nach Zusatz von etwas Essigsäure oder Oxalsäure vollkommen überzeugen, indem die aufquellenden Hüllen dadurch deutlicher zum Vorschein kommen und so ihre Gegenwart auch dem minder Geübten verrathen.

Was die Endigung dieser Muskelfasern, deren Länge eine sehr verschiedene sein kann, anlangt, so finde ich, dass dieselben entweder allmälig verjüngt mit einer einfachen, abgerundeten Spitze enden, oder sie sind an einem Ende mehr verbreitert, oder endlich theilen sich dieselben gegen das eine Ende hin in 2—3 und mehr Zacken (Fig. 1 *b*, *b*), die nicht selten in sehr feine sehnenartige Fasern auszulaufen scheinen. Mitunter bemerkt man an diesen Muskelfasern auch einzelne seitliche Fortsätze von verschiedener Länge, die mit der Achse der Muskelfaser stets einen schiefen Winkel bilden und nicht selten sich in zwei noch kleinere knospenartige Aeste theilen (Fig. 2).

Betrachtet man jede einzelne Muskelfaser genauer und mit stärkeren Vergrösserungen, so fallen dem Beobachter gleich ihre verschiedenen Structurverhältnisse auf, mit welchen wir uns hier etwas mehr beschäftigen wollen.

Einige, namentlich die feinsten Muskelfasern, scheinen gar kein Sarcolemma zu besitzen, wenigstens lässt sich dieses weder durch Reagentien, noch durch Druck oder andere Hülfsmittel mit Gewissheit nachweisen. Diese Muskelfasern sind gewöhnlich einfach, nie getheilt, verlaufen oft sanft gebogen und geschwungen und zeigen meist ein gleichmässiges glänzendes homogenes Ansehen. Ihr Inhalt lässt aber bei sehr starker Vergrösserung und günstiger Beleuchtung dicht neben einander liegende starklichtbrechende Pünktchen oder sehr kleine Körnchen erkennen (wahrscheinlich sehr kleine Disdiaklastengruppen), da und dort sieht man auch Kerne, meist ovale, mit einem Kernkörperchen durchscheinen, gewöhnlich jedoch zeigen sich diese erst nach Zusatz von Essigsäure deutlicher.

Ausser diesen Muskelfasern giebt es innerhalb desselben Bündels auch solche, die neben grösserer Breite, deutlicherem Sarcolemma, auch ganz deutliche Querstreifung zeigen. Schon bei einer 200maligen Vergrösserung (eines Powell und Lealand'schen Mikroskopes) war ich im Stande diese den quergestreiften Muskelfasern höherer Thiere ganz analogen Muskelelemente zu erkennen (Fig. 1 *a, b, b*). Bei 360—525maliger Vergrösserung konnte ich (wie auch Prof. E. Brücke, dem ich die Präparate vorlegte) die volle Ueberzeugung gewinnen, dass die Querstreifen durch parallele Querreihen von *sarcous elements* erzeugt werden, und dass hier von einem Irrthume oder einer etwaigen Verwechselung derselben mit Runzelungen der Oberfläche durchaus keine Rede sein kann. Es kommen zwar bei Muskelfasern der Mollusken nicht selten Faltungen oder Runzelungen vor, so dass die Muskelfaser dann das Bild eines zickzackförmig gefalteten Bandes oder eine Reihe von wellenförmig verlaufenden Bergen und Thälern auf der Oberfläche zeigt. Diese Bilder jedoch sind von den eben genannten echten Querstreifen nicht schwer zu unterscheiden.

Fig. 2 *A*, stellt eine quergestreifte Muskelfaser dar aus dem Schalenschliesser der *Anodonta* bei 360maliger Vergrösserung.

Die contractile Substanz sieht man hier zusammengesetzt aus den geformten runden *sarcous elements* und der homogenen Grundsubstanz, in welcher erstere eingebettet sind. Die *sarcous elements* erscheinen in regelmässigen, parallelen und zur Längsachse der Muskel-

faser senkrechten Reihen neben einander gelagert, mit deutlichen Contouren begrenzt und durch Zwischenräume von homogener Substanz von einander getrennt. Diese sind nach der Länge der Muskelfaser meist breiter als nach der Quere, doch können nach dem verschiedenen Zustande oder Grade der Contraction, in welchem sich die Muskelfaser im Augenblicke des Absterbens befand, in dieser Beziehung sehr grosse Verschiedenheiten obwalten.

Von der Richtigkeit dieser Erscheinung überzeugt man sich noch mehr bei 525maliger Vergrösserung und guter Beleuchtung, wo dann die ganz deutlich contourirten *sarcous elements* durch homogene Zwischenräume von einander getrennt erscheinen (Fig. 2 *B*).

Nicht immer jedoch lassen sich die einzelnen *sarcous elements* so deutlich zur Anschauung bringen, denn sehr häufig sind die seitlichen Zwischenräume so schmal, dass sich die *sarcous elements* nach der Quere einander zu berühren scheinen.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der zweierlei Substanzen anlangend, stimmen diese mit den bei höheren Thieren bereits von Prof. E. Brücke [1]) und mir [2]) beobachteten vollkommen überein. Die *sarcous elements* erscheinen nämlich stark lichtbrechend und von gelblicher Färbung, während die Zwischensubstanz nur wenig lichtbrechend und farblos oder schwach grauweiss ist. Ueberdies besitzen erstere eine doppeltbrechende Eigenschaft, die homogene Grundsubstanz aber ist stets isotrop oder einfachlichtbrechend, wie dies von Prof. E. Brücke zuerst an den Muskelfasern der Articulaten und Wirbelthiere nachgewiesen wurde.

Wendet man zur Untersuchung dieser optischen Verhältnisse bei den Muskelfasern der *Anodonta* polarisirtes Licht an, so zeigen sich

---

[1]) Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hilfe des polarisirten Lichtes. Mit 2 Tafeln. Wien 1858. — Separatabdruck aus dem XV. Bde. der Denkschriften der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften.

[2]) Neue Untersuchungen über die Entwickelung u. s. w. Separatabdruck aus dem XXXVI. Bd. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, 1859.

bei gekreuzter Stellung der Polarisationsebenen zweier Nicols abwechselnd lichte und dunkle Streifen; erstere entsprechen den doppeltbrechenden *sarcous elements*, letztere der homogenen Zwischensubstanz, welche als einfach lichtbrechend hier dunkel erscheinen muss im dunkeln Sehfelde.

Aus dem charakteristischen optischen Verhalten dieser Muskelfasern liess sich ferner annehmen, dass dieselben im farbigen polarisirten Lichte ähnliche, aber durch die Verschiedenheit der Farben viel schönere und deutlicher wahrzunehmende Erscheinungen zeigen werden. Durch die Güte meines Freundes, Herrn Prof. J. Czermak, wurde ich in die Lage versetzt zu diesem Zwecke ein dem Pesther physiologischen Institute gehöriges Mikroskop von Smith und Beck mit zwei Nicols und einem Selenitplättchen [1]) benutzen zu können. Nachdem ich nun das Selenitplättchen unter die Objectplatte geschoben hatte, konnte ich mit Leichtigkeit wahrnehmen, wie die einzelnen anisotropen *sarcous elements* bei gekreuzten Prismen blau gefärbt erschienen, während die isotrope Zwischensubstanz die durch das Selenitplättchen erzeugte purpurrothe Farbe des Sehfeldes hatte.

Diese interessante Erscheinung stimmte übrigens vollkommen mit der von Prof. E. Brücke an Muskelfasern von Insecten, Schlangen, Eidechsen und Menschen zuerst entdeckten und beschriebenen überein. Das auf obige Weise erhaltene Bild schien mir ganz ähnlich der von Prof. E. Brücke (a. a. O. Taf. I, Fig. 1) gegebenen farbigen Abbildung der Muskelfasern von *Hydrophilus piceus*, nur dass die *sarcous elements* in der Muskelfaser der *Anodonta* sich als gleichmässig runde kleine Körperchen darboten. Aus dem Grunde hielt ich es auch nicht für nöthig dieselben in einem besonderen farbigen Bilde darstellen zu lassen.

Ich muss hier noch eines Umstandes gedenken, der zur näheren Kenntniss der feineren Structurverhältnisse der Muskelfasern nicht wenig beitragen dürfte. Nicht selten finden sich bei *Anodonta* Muskelfasern, die bei 200maliger Vergrösserung stellenweise nur quergestreift er-

---

[1]) Plättchen aus Gypsspath.

scheinen, während der übrige Theil ganz homogen zu sein scheint. Betrachtet man jedoch solche Muskelfasern bei stärkeren Vergrösserungen (525mal und darüber), so lassen sich an den quergestreiften Stellen regelmässig in Querreihen an einander gelagerte *sarcous elements* erkennen, während an den früher homogen erscheinenden Stellen der Muskelfaser nun sehr kleine stark lichtbrechende Körnchen mehr zerstreut und ohne besonderer Ordnung in der homogenen Grundsubstanz wahrgenommen werden. Fig. 3 giebt die Abbildung einer solchen Muskelfaser bei 525maliger Vergrösserung; bei *a* sind die *sarcous elements* grösser und in parallelen Querreihen an einander gelagert, bei *b* sieht man die ganz kleinen Körperchen dicht neben einander und ohne besonderer Ordnung in der homogenen Grundsubstanz; *a* entspricht der bei schwacher Vergrösserung quergestreiften und *b* der homogen erscheinenden Stelle. Die kleinen Körperchen (bei *b*) sind überdies in Aether vollkommen unlöslich und verhalten sich auch sonst ganz ähnlich den grösseren *sarcous elements* (*a*), so dass sie wohl auch hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung mit einander übereinstimmen dürften.

Alles dies zusammengenommen spricht aber offenbar für die Richtigkeit der von Prof. E. Brücke [1]) zuerst ausgesprochenen und von mir [2]) bereits auf histogenetischem Wege bestätigten und adoptirten Ansicht, der zufolge die einzelnen *sarcous elements* nicht selbst einfache Körperchen von bestimmter Grösse und Gestalt, sondern Gruppen sehr kleiner doppeltbrechender Molecule (Disdiaklasten) repräsentiren. In *a* (Fig. 3) hätten wir demnach grössere und regelmässig an einander gelagerte, in *b* wahrscheinlich kleinere und in der homogenen Grundsubstanz zerstreut liegende Disdiaklastengruppen.

Endlich muss ich hier noch erwähnen, dass ich zu meinen Untersuchungen auch Querschnitte benutzte, die ich mir aus dem vorher getrockneten Schliessmuskel verfertigte. Ich habe in meiner für die Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften bestimmten Abhandlung [3]) alle jene Schwierigkeiten, denen die Untersuchung der

[1]) A. a. O. S. 16.

[2]) A. a. O. S. 15.

[3]) Neue Untersuchungen über die Entwickelung, das Wachsthum, die Neubildung

Muskelfasern an Querschnitten unterliegt, anzugeben versucht, und will hier jenen wichtigen Moment nochmals hervorheben, der wohl die Hauptursache sein mag, wesshalb an Querschnitten die Umrisse der einzelnen *sarcous elements* nie so deutlich erscheinen als bei seitlicher Lage der Muskelfasern. Es ist nämlich das von Prof. E. Brücke [1]) angegebene Verhalten der *sarcous elements*, wonach diese, bei parallel zu ihrer Achse durchgehenden Lichtstrahlen keine Spur von doppelter Brechung zeigen, indem diese Achse zugleich die optische Achse der doppeltbrechenden positiv einachsigen *sarcous elements* ist. Auf diese Weise ist es erklärlich, wie dieselben *sarcous elements*, die bei mehr minder senkrecht zur Achse durchfallendem Lichte sich durch ihre doppelt lichtbrechende Eigenschaft so sehr auszeichnen, an Querschnitten diese Eigenschaft zum Theile oder auch ganz einbüssen, wodurch eben optisch die Unterscheidung derselben von den homogenen einfach lichtbrechenden Grundsubstanz eine sehr schwierige werden kann.

Berücksichtigt man nun diese Eigenschaft der doppeltbrechenden *sarcous elements*, so darf es wohl nicht befremden, wenn an Querschnitten die Umrisse der *sarcous elements* sich nicht so deutlich hervorheben, oder wenn diese in manchen Fällen auch gänzlich vermisst werden. Nichtsdestoweniger gelang es mir an einigen gut gelungenen Querschnitten die *sarcous elements* selbst zur Anschauung zu bringen (Fig. 4*a*).

Ich überzeugte mich ferner, dass durch Zusatz von dil. Oxalsäure oder Essigsäure gewöhnlich die Umrisse der *sarcous elements* selbst an solchen Querschnitten deutlicher erscheinen, die vorher ein ganz homogenes Aussehen hatten. Dieses lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass durch genannte Säuren ein Aufquellen der Muskelsubstanz und dadurch eine Vergrösserung der Querschnittsfläche, dann auch eine Auflösung der homogenen, vorher geronnenen Grundsubstanz der todtenstarren Muskelfaser bewirkt wird, wodurch die einzelnen dicht neben einander liegenden und den Säuren mehr widerstehenden *sarcous el-*

---

und den feineren Bau der Muskelfasern, von Dr. T. Margo, mit V Tafeln, welche demnächst im Drucke erscheinen dürften.

[1]) A. a. O. S. 4.

ments sich in dem verflüssigten homogenen Inhalte mehr von einander entfernen und wohl auch ihre ursprüngliche Lage und Stellung ihrer optischen Achse ändern. War demnach die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen vorher eine zur optischen Achse parallele, so müssen bei veränderter Stellung der letzteren die Lichtstrahlen unter einem grösseren oder kleineren Winkel zur Achse die *sarcous elements* durchwandeln und letztere so durch ihre doppeltbrechende Eigenschaft deutlicher sichtbar werden.

Die Muskelfasern aus dem Fusse der *Anodonta* stimmen in Betreff ihres Aussehens mit den eben beschriebenen Elementen der Schliessmuskeln überein, mit dem Unterschiede, dass dieselben einen noch mehr geschwungenen und gebogenen Verlauf haben, häufiger Theilungen darbieten und wohl auch mit einander anastomosiren.

Die der Herzwandung entnommenen Muskelelemente hingegen hatten mehr das Aussehen von musculösen Faserzellen, die mit ihren Spitzen schief über einander gelagert, kleinere durch Bindesubstanz und elastische Fasern netzförmig mit einander verbundene Bündelchen bilden. Im Innern dieser Faserzellen lässt sich nicht selten ein rundlich-ovaler Kern mit einem Kernkörperchen erkennen. Ihr Inhalt besteht aus kleinen Körnchen, die den *sarcous elements* der übrigen Muskelfasern entsprechen, wofür theils die physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben, theils ihre bei vielen Faserzellen ganz regelmässige Lagerung in parallelen Querreihen (wodurch dann eine Querstreifung entsteht) zu sprechen scheinen.

Von den *Cephalopoden* hatte ich Gelegenheit die Musculatur des *Octopus* näher zu untersuchen. Die Elemente derselben sind Muskelfasern von verschiedener Dicke und verschiedenem Aussehen. Die *feineren* Muskelfasern haben eine Dicke von 0·0035 bis 0·0062 Millim. und erscheinen, entweder ganz homogen (zumeist die feinsten), stark lichtbrechend und von gelblicher Farbe, oder es ist längs der Achse derselben ein mit farbloser homogener und wenig lichtbrechender Substanz ausgefüllter Hohlraum zu unterscheiden, der rings herum mit einer peripheren dünnen Schichte von stark lichtbrechender, gelblicher

contractiler Substanz begrenzt wird (Rindensubstanz). Im centralen Hohlraume dieser Muskelfasern finden sich überdies nicht selten da und dort einzelne zurückgebliebene Kernbläschen in dem sonst ganz homogenen Inhalte; während in der peripheren Schichte sich selbst durch die stärksten Vergrösserungen keine Sonderung in *sarcous elements* erkennen lässt, obschon sie sich durch ihre gelbliche Farbe und starke Lichtbrechungsvermögen von dem übrigen Inhalte besonders auszeichnet.

Ausser diesen *dünneren* Muskelfasern giebt es aber auch *dickere*, von 0·0080—0·0110 Millim. im Durchmesser. An diesen lässt sich ein Sarcolemma mit Sicherheit nachweisen und der contractile Inhalt zeigt im Ganzen zweierlei Aggregationsweisen: entweder besteht derselbe durch die ganze Breite der Muskelfaser aus deutlich wahrnehmbaren *sarcous elements*, die in regelmässigen, senkrecht oder schief zur Achse stehenden Reihen in der homogenen einfach lichtbrechenden Grundsubstanz eingebettet sind (Fig. 7 *a*); oder es erscheint im Inhalte der Muskelfaser eine Sonderung in die sogenannte Rinden- und Achsen- (oder Mark-) Substanz, wie sie Leydig[1]) an der Muskelfaser der *Sepiola* und *Loligo* beschrieben hat. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Rindensubstanz stimme ich jedoch mit der Aussage dieses Autors, der die Rindensubstanz „stets homogen" und nur die Marksubstanz körnig sah, nicht überein. Schon bei einer 360maligen, noch deutlicher aber bei 525maliger Vergrösserung sehe ich die Rindensubstanz quergestreift, und die Querstreifen (die nicht selten etwas schief zur Achse der Muskelfaser verlaufen) bedingt durch wahre *sarcous elements*, welche in der homogenen Grundsubstanz dicht an einander gelagert sind (Fig. 7 *b*, *b*).

Was die Achsensubstanz anbelangt, so erscheint mir diese als ein von der Rindensubstanz rings herum begrenzter Hohlraum, der meist der ganzen Länge nach im Innern der Muskelfaser verläuft und gewöhnlich $^1/_3$—$^2/_4$ ihrer Breite ausmacht, mitunter aber stellenweise durch die bis zur Achse sich erstreckende Rindenschicht unterbrochen wird. Der Hohlraum enthält eine homogene Substanz und kleine runde Körnchen, die darin in grösserer oder geringerer Entfernung von ein-

[1]) Müller's Archiv 1854, S. 303.

ander theils in regelmässigen Querreihen geordnet, theils zerstreut und ohne besondere Ordnung liegen (Fig. 7 *b, b*). Da und dort bemerkt man im Hohlraume auch kernartige Gebilde mit einem Kernkörperchen in ihrem Innern.

Untersucht man diese Muskelfasern mit Hülfe des farbigen polarisirten Lichtes nach der oben angegebenen Methode, so bemerkt man an günstigen Stellen bei gekreuzten Prismen, nicht nur die dicht an einander gelagerten Fleischkörnchen in der Rindenschicht, sondern auch die Körnchen der Ausfüllsubstanz längs der Achse in einer andern Farbe als die homogene Zwischensubstanz, diese aber erscheint stets in der Farbe des Sehfeldes.

Von *Gasteropoden* untersuchte ich die Muskeln von *Aplysia, Murex* und einigen *Helicinen.*

Die Muskelfasern aus dem Mantel der *Aplysia (A. depilans)* schliessen sich in Betreff ihres Baues denen der Cephalopoden am meisten an. Auch hier giebt es *dünnere,* 0·0024—0·0040 Millim. breite, fast ganz homogen aussehende Muskelfasern, und *dickere,* 0·0050—0·0082 Millim. breite, mit einer deutlichen Sonderung in Rinden- und Marksubstanz. Erstere (Rindensubstanz) ist häufig fein punktirt oder granulirt, mitunter auch längsgestreift, seltener ganz homogen. Letztere (Marksubstanz) zeigt in Querreihen gelagerte, oder zerstreut liegende, glänzende Körnchen längs der Achse (Fig. 9 *a*). Bei vielen lässt sich ein deutliches zartes Sarcolemma erkennen; was besonders dann gelingt, wenn sich dasselbe in Gestalt eines zarten Saumes um den contractilen gelblichen Inhalt abgehoben hat. Manche der dickeren Muskelfasern sieht man mit kegelförmig abgerundeten oder zackigen Spitzen in eine Sehne übergehen, und es fehlen auch solche Bilder nicht, wo ein und dasselbe Sehnenband, das bei starker Vergrösserung sich wie ein Bündel feiner Bindegewebsfibrillen ausnahm, an seinen beiden Enden unmittelbar in das Sarcolemma zweier Muskelfasern übergehen schien (Fig. 9 *c, d, d*).

Die Muskelfasern der *Helicinen* (vom Mantel, Fuss, Herz u. s. w.) sind bereits von C. Gegenbauer [1]) genau beschrieben worden. Es

[1]) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgasteropoden; in Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, III. Bd., 1851, S. 383.

sind nämlich meist dünnere und dickere Cylinder, die oft mehr weniger abgeplattet aussehen und einen geschwungenen Verlauf haben. Die *dünneren* sind 0·0016—0·0042 Millim. breit, gelblich glänzend und ganz homogen, die *dickeren* 0·0050 bis 0·0080 Millim., deren contractiler Inhalt in der Regel aus feinkörniger gelblicher, stark lichtbrechender Substanz besteht. Die Körnchen dieser Substanz stehen so dicht neben einander, dass man ihre Umrisse nicht deutlich unterscheiden kann. An einigen Muskelfasern lässt sich eine Querstreifenbildung wahrnehmen, wie sie bereits C. Gegenbauer constant an den Muskelfasern des *M. retractor oculi* bei verschiedenen Helicinen und *Limax*, F. Leydig [1]) im Schlundkopfe und im Herzen der *Paludina vivipara* beobachtet hatten. Doch muss ich hier gleich erwähnen, dass meine an Helicinen gemachten Beobachtungen mit den Angaben des letzteren Forschers nicht ganz übereinstimmen. Dieser unterscheidet nämlich bei *Paludina vivipara* Muskelfasern mit einer hellen, homogenen Rindensubstanz und einem feinkörnigen Inhalt (a. a. O. Taf. XII, Fig. 43 und Fig. 44). Ich habe an dickeren Muskelfasern der Helicinen *(Helix nemoralis, H. ericetorum, H. pomatia)* höchst selten einen Unterschied zwischen Rinden- und Achsensubstanz gefunden. Der Inhalt derselben erscheint vielmehr durch die ganze Dicke der Muskelfaser als eine feinkörnige gelbliche, stark lichtbrechende Substanz. Stellenweise und nur bei starken Vergrösserungen lassen sich die Umrisse dieser feinen Körnchen aus dem Inhalte erkennen, und können, wiewohl seltener, in Querreihen dicht an einander gelagert, selbst eine Querstreifenbildung erzeugen. Am häufigsten jedoch findet man diese Körnchen oder *sarcous elements* ohne besonderer Ordnung und so dicht an einander, dass der ganze Inhalt als eine feinkörnige, oder homogene stark lichtbrechende Masse erscheint (Fig. 10 *a*).

Bei *Murex* sind die Muskelfasern den eben beschriebenen sehr ähnlich, auch ihre Dicke scheint nicht sehr abweichend von der der Helicinen. Nur das scheint bemerkenswerth, dass hier die Bildung eines Hohlraumes längs der Achse vieler Muskelfasern häufiger vorkommt als bei Helicinen.

---

[1]) Ueber *Paludina vivipara*. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. II. Bd., 1850, S. 152 und 191. — Taf. XII, Fig. 1 und 2 *b*, *b*.

II. Bildung und Wachsthum der Muskelfasern.

Untersucht man die ersten Anlagen der Schalenschliesser bei 0·3—0·5 Millim. grossen Jungen von *Anodonta,* die man aus den Kiemen des Mutterthiers herausgenommen und lebend in Weingeist ertränkt hatte, nach der oben angegebenen Weise, so bemerkt man, dass die noch ganz kleinen gelblichen Muskelmassen aus lauter an einander gelagerten, noch leicht isolirbaren rundlichen, oder länglichen, cylindrischen, spindelförmigen oder rhombischen Zellen bestehen. Die rundlichen Zellen messen 0·008—0·010 Millim. im Durchmesser; die länglichen sind 0·0100—0·0170 Millim. lang, und in der Mitte gewöhnlich 0·0050—0·0080 Millim. breit. Dieselben bergen in ihrem Innern meist einen runden oder elliptischen Kern, der aber in dem stark lichtbrechenden Inhalt nicht so leicht wahrzunehmen ist.

Wenn man mit Hülfe der Nadeln die embryonalen Muskelmassen möglichst fein zerzupft, so begegnet man immer noch solchen Zellen, die reihenweise an einander gelagert, sich mit ihren Spitzen gegenseitig berühren und nach Art der Faserzellen mit einander zusammenhängen.

Bei weiter fortgeschrittener Entwickelung sehen diese Elemente mehr verlängert aus, und verschmelzen hie und da allmälig mit einander, so dass später an der früheren Berührungsstelle zweier Zellenspitzen die Verschmelzung kaum durch die Spur einer Einschnürung angedeutet wird.

Bei 2—5 Centimeter langen Anodonten war es mir möglich, nicht nur das Wachsthum durch Anfügung von neuen Zellen, die sich durch Theilung vermehrten, sondern auch die Bildung von ganz neuen Muskelfasern, zwischen den schon gebildeten, auf dieselbe Weise zu constatiren.

Dieser Bildungsmodus stimmt mit dem von mir an Insecten, Crustaceen, Wirbelthieren und Menschen bereits beobachteten vollkommen überein [1]).

[1]) Neue Untersuchungen über die Entwickelung, das Wachsthum, die Neubildung und den feineren Bau der Muskelfasern. Auszug in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Bd. XXXVI, S. 219.

Fig. 5, stellt einige Muskelbündel vom Schalenschliesser einer noch im Wachsthum begriffenen *Anodonta cygnea* bei 200maliger Vergrösserung dar. Bei *a, a, a, a* sieht man einzelne mehr isolirte Sarcoplasten; *b* ein Sarcoplast am Ende einer in die Länge wachsenden Muskelfaser; bei *c* bemerkt man ganze Reihen von neben und über einander gelagerten Sarcoplasten, die durch die Präparation theilweise aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht worden sind; *d* fertige Muskelfaser mit sich bildenden seitlichen Fortsätzen oder Aesten aus Sarcoplasten.

Bei stärkerer Vergrösserung lässt sich der Inhalt der Sarcoplasten etwas genauer studiren. Die jüngsten, kleinsten, zellenförmigen Sarcoplasten unterscheiden sich bald von den übrigen Zellen durch ihren glänzenden Kern, so wie durch den stark lichtbrechenden, gelblichen Inhalt, der bei schwacher Vergrösserung homogen aussieht, bei einer 525maligen Vergrösserung aber im Innern einzelne runde, lichtbrechende Körnchen *(sarcous elements)* in der Nähe der Wandung erkennen lässt (Fig. 6 *a*, *b*). Die grösseren, reiferen Sarcoplasten sind entweder spindel- und rhombenförmig, oder auch Cylindern mit abgerundeten Spitzen ähnlich, und enthalten in ihrem sonst homogenen Inhalte eine grössere Anzahl von stark lichtbrechenden Körnchen (Fig. 6 *c, g, f*). Auch hier begegnet man oft Sarcoplasten mit einem oder zwei bläschenförmigen Kernen, doch giebt es auch solche, denen der Kern zu fehlen scheint. Der contractile Inhalt scheint anfangs nur auf der inneren Fläche der Zellen abgelagert, wo er eine mehr oder weniger dicke Schichte, die einen centralen Hohlraum begrenzt, bilden kann (Fig. 6 *e*). Später füllt der contractile Inhalt den ganzen inneren Raum vollkommen aus, wobei auch die Zellenmembran innigst mit dem metamorphosirten Inhalte verwächst. In einigen Sarcoplasten lassen sich auch reihenweise angeordnete *sarcous elements* erkennen, wodurch eine Spur von Querstreifenbildung hervorgerufen wird (Fig. 6 *k*).

Ihr Verhalten gegen Reagentien ist dem der Sarcoplasten anderer Thiere ganz analog.

Die noch jungen Sarcoplasten der *Anodonta cygnea* messen 0·0080—0·0106 Millim., ihr Kernbläschen meist 0·0020 Millim. Was

die reiferen Sarcoplasten anbelangt, so kann ihre Länge und Breite eine sehr verschiedene sein. Die Länge schwankt zwischen 0·0102 Millim. und 0·0504 Millim.; die mittlere Länge zwischen diesen zwei Extremen (0·0200—0·0300 Millim.) scheint jedoch am allerhäufigsten vorzukommen. Eben so finde ich das Verhältniss der Breite zur Länge als ein sehr schwankendes, nämlich wie 1 : 2·5, oder wie 1 : 4, 1 : 6. ja 1 : 8 und 1 : 9.

Aehnliche Erscheinungen der Entwickelung und des Wachsthums der Muskelfasern habe ich auch im Mantel und den Armen des *Octopus* beobachtet; nur dass die ausgewachsenen Sarcoplasten etwas andere, den Muskelfasern dieser Thiere ganz entsprechende Structurverhältnisse darbieten. Fig. 8, zeigt einige in der Anbildung begriffene Muskelfasern aus dem Mantel dieses Thieres bei 360maliger Vergrösserung. Wir sehen hier die Muskelfasern zum Theile noch aus gesonderten Elementen (Sarcoplasten) bestehen (Fig. 8 *b, b, c*), die, reihenweise an einander gelagert, sich mit ihren Spitzen gegenseitig decken und wohl auch mit einander zu einer Muskelfaser verschmolzen sind. Zwischen diesen Elementen verlaufen feine, wahrscheinlich elastische Fasern (Fig. 8 *d, d*).

Wendet man eine 525malige Vergrösserung an, so erscheint der Inhalt der noch jungen Sarcoplasten stark lichtbrechend und fein punktirt. Die Punktirung wird, wie man sich bei guter Beleuchtung leicht überzeugen kann, durch stark lichtbrechende Pünktchen oder Körnchen erzeugt, die nahe der Wandung so dicht an einander gelagert sind, dass sie sich gegenseitig zu berühren scheinen (Fig. 7 *c*).

An den grösseren, cylindrischen oder spindelförmigen Sarcoplasten lassen sich häufig, wie bei gebildeten Muskelfasern dieser Thiere, zweierlei Schichten, eine Rinden- und eine Centralschichte deutlich erkennen (Fig. 7 *d*). Die Structurverhältnisse dieser zwei Schichten des Inhaltes sind denen der ausgebildeten Muskelfasern dieser Thiere ganz analog.

Auch die Grössenverhältnisse dieser Sarcoplasten fand ich denen der *Anodonta* ganz ähnlich. Die rundlichen, kleinen Sarcoplasten des *Octopus* messen nämlich 0·0080—0·0100 Millim. und ihr Kern meist 0·0025—0·0030 Millim. — Die Länge der cylindrischen oder spindel

förmigen variirt zwischen 0·0105 Millim. und 0·0503 Millim., und ihr grösster Quermesser verhält sich zur Längsachse am häufigsten wie 1 : 5.

Eben so habe ich im Mantel und im Fusse noch junger *Aplysien* zwischen den übrigen Muskelfasern an einander gereihte Sarcoplasten gefunden, und zwar in verschiedenem Grade der Verschmelzung. Die jüngeren Formen waren runde kernhaltige Zellen mit meist homogenem Inhalte, 0·0050—0·0080 Millim. gross; die reiferen, spindelförmigen im Mittel 0·0050 Millim. breit und 3- bis 5mal so lang (Fig. 9*f*).

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen die Sarcoplasten der von mir untersuchten anderen *Gasteropoden*, namentlich die von *Murex* und einigen *Helicinen* (Fig. 10*c*, *c*).

Mit diesen an *Acephalen* und *Cephalophoren* von mir gewonnenen Resultaten lassen sich die von C. Gegenbauer an *Helicinen*, von F. Leydig an *Paludina*, von Lacaze-Duthiers bei *Dentalium* gemachten Beobachtungen über die Entwickelung der Muskelfasern ziemlich leicht in Einklang bringen.

C. Gegenbauer [1]) sah die erste Anbildung der Muskeln aus Bündeln von reihenweise hinter einander gelagerten elliptischen Zellen bestehen; die von ihm gegebene Schilderung der weiteren Metamorphosen, so wie der später eintretenden Verschmelzung dieser Zellen zu einer ganzen Muskelfaser trifft mit der meinigen ziemlich zusammen. Nur darin weichen meine Beobachtungen von den seinigen ab, dass ich bei *Helicinen* so wie bei allen anderen von mir bis jetzt untersuchten Thieren die an einander gereihten Sarcoplasten constant mit ihren Spitzen sich decken sah, und nicht so wie Gegenbauer (a. a. O. Taf. X, Fig. 4*a*) dieselben abbildet. Wahrscheinlich ist es ferner, dass das Sarcolemma, eben so wie bei den Muskelfasern anderer Thiere nicht der Verschmelzung von Zellenmembranen ihr Dasein verdanke, sondern sich aus der Bindesubstanz in Gestalt eines elastischen Begrenzungshäutchens heranbilde [2]).

---

[1]) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Landgasteropoden. Zeitschrift für wiss. Zoologie. III. Bd., S. 383.

[2]) Siehe meine Abhandlung: Neue Untersuchungen über die Entwickelung, das Wachsthum u. s. w. im VI. Bde. dieser Zeitschrift.

Auch Leydig [1]) lässt die Muskelfasern der *Paludina* aus der Verschmelzung einer Reihe von Zellen hervorgehen.

H. Lacaze-Duthiers [2]) hat ebenfalls die Bildung der Muskelfasern bei Jungen von *Dentalium* aus rosenkranzartig *(disposés en chapelet)* an einander gereihten Zellen *(globules microscopiques)* beobachtet.

Kölliker [3]) hingegen betrachtet die Muskelelemente der Mollusken (Cephalopoden, Pulmonaten, Acephalen) als Faserzellen, deren Länge und Breite bald wenig, bald bedeutend variiren soll, und glaubt dass auch die Muskelfasern der Articulaten und Wirbelthiere nichts als kolossale Faserzellen seien [4]). Es ist allerdings eine Thatsache, die sich nicht leugnen lässt, dass bei Embryonen, und zum Theile auch bei jungen Mollusken die Muskeln aus Faserzellen ähnlichen Gebilden oder Sarcoplasten bestehen, doch ist als eben so sicher und erwiesen anzunehmen, dass die anfangs neben und hinter einander gelagerten Sarcoplasten später an vielen Stellen des Körpers mit einander zu grösseren Complexen verwachsen, und von einer homogenen oder fibrillären elastischen Hülle umschlossen, die Muskelfasern bilden, wie solche in den Schliessmuskeln, im Mantel und im Fusse der *Acephalen, Gasteropoden,* so wie im Mantel und den Armen der *Cephalopoden* von mir und Anderen beobachtet wurde.

An anderen Stellen hingegen, wie z. B. im Herzen der Mollusken, verbleiben die Sarcoplasten Zeitlebens als vollkommen von einander getrennte Elemente, in welchem Falle sie dann mit den musculösen Faserzellen höherer Thiere allerdings übereinstimmen.

---

[1]) A. a. O. S. 192.

[2]) Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. Annales des sciences naturelles. T. VII. Nr. 4. 1854. p. 232 u. f.

[3]) Grosse Verbreitung contractiler Faserzellen bei Wirbellosen. Würzburg. Verhandlung. Bd. VIII, S. 109.

[4]) Kölliker's Handbuch der Gewebelehre. 3. Aufl. S. 200; ebenso Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. IX, S. 139.

Schluss.

Wenn wir die Resultate unserer Beobachtungen zusammenfassen, so erhellt aus Obigem:

1) *Dass bei Mollusken* zwischen den anderen Muskelfasern *auch wirklich quergestreifte vorkommen,* und dass

2) *die Bildung der Querstreifen* hier eben so wie bei höheren Thieren *durch die doppeltbrechenden sarcous elements, welche in regelmässigen Reihen oder Schichten parallel neben einander in der homogenen einfach brechenden Grundsubstanz gelagert sind, bedingt wird;*

3) *die sarcous elements sind* (hier wie überall) *nicht feste Körperchen oder Bläschen* von constanter Grösse und Gestalt, *sondern dieselben werden durch Gruppen oder Häufchen sehr kleiner doppeltbrechender Molekeln (Disdiaklasten)* gebildet.

4) Brücke's *Theorie* über den Bau der Muskelfasern kann auch *für die Muskelfasern der Mollusken als die einzig richtige betrachtet werden.* Demnach beruht das verschiedene Ansehen derselben blos auf der verschiedenen Art *der Vertheilung der Disdiaklasten* (je nachdem diese entweder gleichmässig vertheilt, oder in Häufchen von verschiedener Grösse, Gestalt, und in grösserer oder geringerer Entfernung gruppirt, in regelmässigen Reihen und Schichten, oder zerstreut und ohne besondere Ordnung in der homogenen *isotropen Grundsubstanz* liegen).

5) *Die Fleischsubstanz ist auch bei Mollusken das Product der Sarcoplasten,* aus welchen die embryonalen Muskelfasern anfangs ganz allein bestehen.

6) *Bei erwachsenen Thieren sind die Sarcoplasten entweder vollkommen mit einander verschmolzen zu einem grösseren Ganzen* (Muskelfasern des Schalenschliessers, des Mantels, des Fusses u. s. w.), *oder sie bleiben Zeitlebens als getrennte Elemente zurück* (Herz, Darm).

7) *Das Wachsthum der Muskelfasern geschieht durch Anfügung von neuen Sarcoplasten,* welche sich wahrscheinlich durch Theilung vermehren.

Schliesslich erlaube ich mir noch einige die Muskelfasern betreffende allgemeine Betrachtungen hier folgen zu lassen.

Bekanntlich hat Kölliker in neuester Zeit den Versuch gemacht, auf Grundlage seiner Beobachtungen und nach dem Vorgange Lebert's und Remak's, alle Muskelfasern, die schlichten sowohl wie die gestreiften, auf den einfachen Typus der Faserzelle zurückzuführen, indem er die quergestreifte Muskelfaser der Wirbelthiere und Articulaten für ungemein verlängerte Faserzellen betrachtet, deren Zellenmembran zum Sarcolemma und der Inhalt quergestreift wird.

Abgesehen davon, dass es *a priori* nicht sehr wahrscheinlich ist, dass thierische Zellen von solcher physiologischen Dignität, wie es die Muskelzellen sind, zu so riesigen Dimensionen anwachsen können, haben wir, wie dies Eingangs bereits erwähnt wurde, durch zahlreiche vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Thieren gezeigt, dass die Muskelsubstanz überhaupt aus eigenthümlich umgewandelten Zellen, sogenannten *Sarcoplasten* entstehe, und dass die quergestreifte Muskelfaser nie durch die einfache Verlängerung einer Zelle, sondern auf ganz andere Weise gebildet wird. Während nämlich der contractile Inhalt des Sarcolemma der Verschmelzung von einfachen oder mehrfachen Sarcoplastenreihen sein Dasein verdankt, entsteht das Sarcolemma selbst aus der Bindesubstanz in Gestalt eines elastischen Begrenzungshäutchens.

Die Sarcoplasten treten in embryonalem Zustande stets als gesonderte Elemente auf, welche später, unter einander verschmolzen, die verschiedenen Arten von Muskelfasern bilden. So entstehen die einfachen nicht ramificirten Muskelfasern oder Muskelcylinder dadurch, das mehrere in einfachen oder mehrfachen Reihen mit einander verschmolzene Sarcoplasten von einer elastischen Hülle umschlossen werden. In anderen Fällen hingegen, z. B. im Herzfleisch und in der Zunge der Wirbelthiere, im Darmkanale der Articulaten, können dieselben mit ihren Fortsätzen verwachsend, baumförmig ramificirte, oder anastomosirende und netzförmig verbundene Muskelfasern bilden; in einigen Organen höherer Thiere wieder, wie im Darmkanal in der Harnblase, in den Gefässwandungen und Geschlechtsapparaten, bleiben sie Zeitlebens von einander getrennt und erscheinen mit ihrem mehr weniger umgewandelten oder auch geschwundenen Kern als sogenannte contractile Faserzellen. Dies scheint auch bei vielen niederen Thieren, z. B.

im Herzen der Mollusken, im Darmkanal mancher Crustaceen *(Branchipus, Estheria)* stattzufinden, wo die Musculatur ebenfalls aus selbstständig gebliebenen, mehr weniger quergestreiften Sarcoplasten besteht.

Was die feineren Structurverhältnisse der Muskelsubstanz anbelangt, so ist diese stets aus zweierlei, physikalisch, chemisch und wahrscheinlich auch physiologisch verschiedenen Stoffen zusammengesetzt. Der eine von diesen besteht auch im lebenden, contractionsfähigen Muskel aus kleinen, geformten, festen oder festweichen, doppeltbrechenden, durch den Muskelfarbstoff eigenthümlich gefärbten Molekeln (Disdiaklasten), der andere ist eine ganz farblose, homogene, einfach lichtbrechende und im Leben flüssige, gerinnbare Substanz [1]), in welcher die ersteren durch ihre verschiedenartige Vertheilung, Gruppirung, Anordnung und Menge das so verschiedene Ansehen der Muskelelemente bedingen. Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich auch der eigenthümliche Aggregatzustand der lebenden Muskelsubstanz erklären.

Wir haben bereits in einer früheren Abhandlung gezeigt, dass auch bei Wirbelthieren an sogenannten musculösen Faserzellen wirkliche Querstreifenbildungen vorkommen können, welche Thatsache allerdings nicht so vereinzelt steht, wenn man in Erwägung nimmt, dass schon andere Beobachter den Faserzellen ähnliche quergestreifte musculöse Gebilde beschrieben haben, so z. B. Reichert im Darme und Magen von *Cyprinus tinca,* und im Darmkanale der Articulaten, Leydig im *Bulbus arteriosus* des Landsalamanders, Purkinje, Kölliker und von Hessling im Herzen der Wiederkäuer unter dem *Endocardium* u. s. w. — Die Sarcoplasten der höheren Thiere stimmen jedoch vor ihrer Verschmelzung, sowohl hinsichtlich ihrer Gestalt als auch ihrer übrigen Eigenschaften, mit den hier angeführten musculösen Elementen vollkommen überein. — Es müssen daher die Sarcoplasten als die gemeinschaftlichen Ausgangspunkte für die verschiedenen Muskelelemente betrachtet werden, so dass schliesslich auf histogenetischem Wege folgende natürliche Classification des Muskelgewebes sich ergiebt:

---

[1]) Siehe Dr. W. Kühne: Ueber die gerinnbare Substanz der Muskeln. Auszug aus dem Monatsberichte der k. Akademie der Wiss. zu Berlin. Sitzung der physik.-mathem. Classe. 4. Juli 1859. S. 493.

A. Einfaches Muskelgewebe, aus selbstständig gebliebenen Sarcoplasten bestehend. Hierher gehören die *musculösen Faserzellen* in den organischen Muskeln der höheren Thiere, die *Muskelzellen* im Darme einiger Articulaten, im Herzen und im Darme der Mollusken u. s. w.

B. Zusammengesetztes Muskelgewebe, aus mit einander verschmolzenen und von einer gemeinschaftlichen elastischen Hülle (Sarcolemma) begrenzten Sarcoplasten, sogenannten *Muskelcylindern.*

1. *Einfache, nicht verästelte Muskelcylinder,*
   a) dünnere, aus einfachen Reihen von Sarcoplasten;
   b) dickere, aus mehrfachen Reihen entstanden und mit mehreren Kernen im Innern des Querschnitts.
2. *Verästelte und netzförmig verbundene Muskelcylinder.*

Erklärung der Abbildungen.

(Fig. 1—6 Muskelelemente aus dem Schliessmuskel der *Anodonta*). — Fig. 7—8 Muskelelemente von *Octopus vulgaris.* — Fig. 9 von *Aplysia depilans.* — Fig. 10 von *Helix ericetorum).*

Fig. 1. Ein Bündel von Muskelfasern bei 200maliger Vergrösserung.
   a) Dickere Muskelfaser mit wahren Querstreifen.
   b, b) Zwei eben solche quergestreifte Muskelfasern mit 2—3 zackenförmigen Fortsätzen an einem Ende derselben.
   c) Dünnere, mehr homogene Muskelfasern.

Fig. 2. Quergestreifte Muskelfaser mit seitlichem Fortsatze aus dem Schliessmuskel der *Anodonta*, bei stärkerer Vergrösserung.
   A. 360mal vergrössert. Die Querstreifung wird durch kleine, kugelrunde, gelbliche, doppeltbrechende Körperchen *(sarcous elements)* erzeugt, welche in parallelen und zur Achse der Muskelfaser senkrechten Reihen in der übrigens homogenen, farblosen, einfachbrechenden Grundsubstanz dicht neben einander gelagert sind; auch in dem seitlichen, dichotomisch sich theilenden Fortsatze der Muskelfaser sind *sarcous elements* sichtbar.
   B. Dieselbe Muskelfaser bei 525maliger Vergrösserung.

Fig. 3. Muskelfaser aus dem Schliessmuskel der *Anodonta*, 525mal vergrössert. — In *a* sind die doppeltbrechenden Molekeln — Disdiaklasten — in Gestalt von *sarcous elements* in regelmässigen Querreihen gehäuft, wodurch dieser Theil

der Muskelfaser deutlich quergestreift erscheint. In *b* sind kleinere Gruppen von Disdiaklasten im homogenen isotropen Inhalte ohne besondere Ordnung eingebettet, was diesem Theile der Muskelfaser ein punktirtes, nicht quergestreiftes Ansehen verleiht.

Fig. 4. Querschnitt aus dem getrockneten Schliessmuskel der *Anodonta*, 360mal vergrössert.

a) Querschnitt der Muskelfasern; die *sarcous elements* erscheinen als runde deutlich contourirte Körnchen innerhalb des Sarcolemma.

b) Primäre Muskelbündel im Querschnitt mit einer Hülle von Bindesubstanz.

Fig. 5. Muskelfasern der *Anodonta* in der Entwickelung und Wachsthum begriffen, bei 200maliger Vergrösserung.

a, a, a, a) Sarcoplasten mit einem Kernbläschen im Innern.

b) Sarcoplast am Ende einer an Länge zunehmenden Muskelfaser.

c) Ein Strang aus an einander gefügten Sarcoplasten, die im Begriffe sind zu Muskelfasern mit einander zu verschmelzen.

d) Muskelfaser mit seitlich anhängenden spindelförmigen Sarcoplasten.

Fig. 6. Mehrere isolirte Sarcoplasten aus dem Schliessmuskel einer *Anodonta cygnea*, auf verschiedener Entwickelungsstufe; 360mal vergrössert.

a) Rundlich-ovale, noch unreife Sarcoplasten mit deutlicher Zellenmembran, zum Theil differenzirtem Inhalte und kleinem bläschenartigen Kern.

b) Ein solcher an einem Ende in einen Fortsatz auswachsender Sarcoplast.

c) Zu Cylinderspindeln vollkommen ausgewachsene Sarcoplasten.

d, d) Kernbläschen im Innern der Sarcoplasten.

e) Ein Sarcoplast mit einem centralen Hohlraum und bloss auf der inneren Zellenwand abgelagerter contractiler Substanz.

f) Zwei seitlich mit einander zum Theil schon verschmolzene Sarcoplasten.

g) Mehrere mit einander zusammenhängende Sarcoplasten, wovon zwei mit ihren Spitzen an einander gefügt.

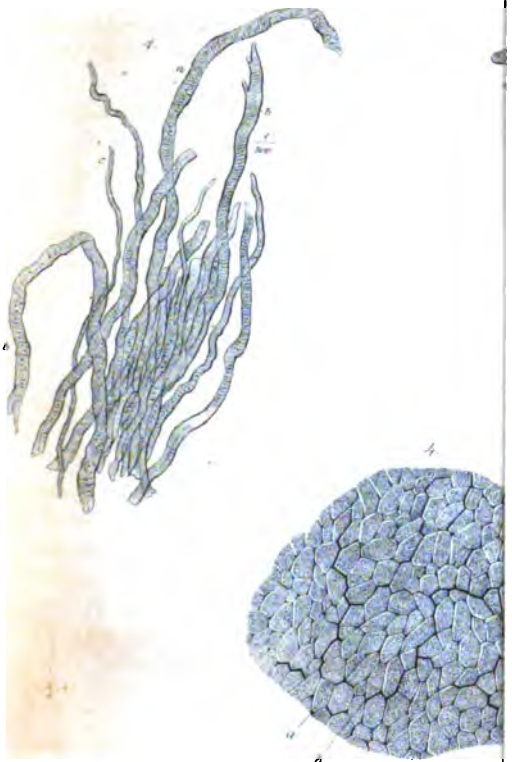
k) Cylindrischer Sarcoplast mit reihenweise angeordneten *sarcous elements* im Inhalte und einer Spur von Querstreifenbildung.

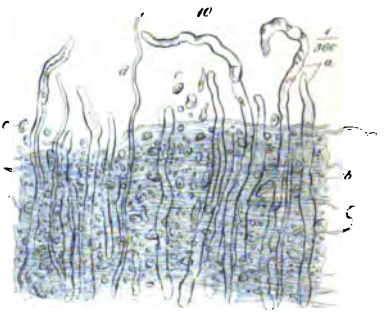
Fig. 7. Muskelelemente aus dem Mantel eines jungen *Octopus vulgaris*, bei 525maliger Vergrösserung.

a) Vollkommen entwickelte Muskelfaser, deren Inhalt durch die ganze Dicke aus homogener Grundsubstanz und darin reihenweise eingebetteten *sarcous elements* besteht; letztere sind nach unten zu grösser und deutlicher contourirt, gegen das verjüngte Ende hin aber kleiner und dichter an einander gelagert. Die Reihen der *sarcous elements* verlaufen nicht ganz senkrecht, sondern mehr schief zur Achse der Muskelfaser, wodurch diese ein gestreiftes Ansehen hat.

b, b) Enden zweier dickerer, gestreifter Muskelfasern mit zweierlei Schichten des Inhaltes. In der Rindenschicht sind die kleineren *sarcous elements* reihenweise in der homogenen Grundsubstanz eingebettet, und die Markschichte erscheint als ein centraler Hohlraum, der mit homogener Sub-

Margo





stanz und zerstreuten oder reihenweise an einander gelagerten runden Körnchen ausgefüllt ist.

c) Junge Sarcoplasten mit Kernbläschen und bereits differenzirtem Inhalte.

d) Zwei ausgewachsene Sarcoplasten mit deutlicher Rinden- und Markschichte, von denen der eine im Innern ein Kernbläschen *f* birgt.

Fig. 8. In Entwickelung und Wachsthum begriffene Muskelfasern von einem noch jungen *Octopus*, 360mal vergrössert.

a) Vollkommen gebildete Muskelfaser mit Rinden- und Markschichte.

b, b) Sarcoplasten am Ende der Muskelfasern.

c) Zwei mit einander verschmelzende Sarcoplasten.

d, d) Elastische Fasern, die zwischen den an einander gefügten Sarcoplasten verlaufen.

f, f) Sarcolemma mit Kernen und Fasern, welches an einer Stelle in die Sehne überzugehen scheint.

Fig. 9. Muskelfasern und Sarcoplasten von einer *Aplysia*, bei 360maliger Vergrösserung.

a) Muskelfaser mit Rinden- und Markschichte.

b) Elastische Fasern und Bindesubstanz mit Kernen.

c) Sehne, die an ihren beiden Enden mit den Muskelfasern *d d* sich verbindet.

f, f) Sarcoplasten auf verschiedener Entwickelungsstufe, zum Theil in Verschmelzung begriffen.

Fig. 10. Muskelelemente aus dem Mantel einer jungen *Helix*, 360mal vergrössert.

a) Vollkommen gebildete dickere Muskelfasern mit feinkörnigem Inhalte.

b) Membran, aus Bindesubstanz bestehend, mit feinen parallelen, wahrscheinlich durch die Contraction der Muskelfasern erzeugten Faltenbildungen, und einzelnen elastischen Fasern.

c, c) Sarcoplasten zwischen den schon gebildeten Muskelfasern auf verschiedener Entwickelungsstufe.

d) Dünnere Muskelfasern mit ganz homogen scheinendem Inhalte.

VII.

Ueber die Eiweisskörper des Bindegewebes.

Von

Dr. **Alexander Rollett,**

Assistent bei der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität [1]).

Bei meinen Untersuchungen über das Bindegewebe [2]) stiess ich auf einen Körper, der mittelst Kalkwasser oder Barytwasser aus jenem Gewebe extrahirt und aus den alkalischen Lösungen durch Zusatz von Säuren abgeschieden werden konnte. Derselbe gab mit Salpetersäure gekocht die Xanthoproteinsäure-Reaction.

Um etwas Näheres über diese Substanz zu erfahren, nahm ich den Gegenstand gelegentlich einer Beschäftigung mit den albuminoiden Substanzen wieder auf.

Wenn ich die folgenden Untersuchungen und ihr spärliches Resultat hier mittheile, so geschieht dies, weil bei der anerkannten Schwierigkeit, in Wasser unlösliche Eiweisskörper von einander zu unterscheiden, selbst die einfachste Erfahrung nicht werthlos ist, wenn man bedenkt, welche Wichtigkeit die Erkenntniss jener Körper und ihrer nächsten Verwandten für die Erforschung der Entwicklung des Wachsthums und des Stoffwechsels der einzelnen Gewebe hat.

Das Materiale für meine Untersuchungen lieferten ganz frische Pferdesehnen, die ich jedesmal den vier Extremitäten eines kurz

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.

[2]) Diese Untersuchungen, Bd. VI, S. 8, 9.

vorher geschlachteten Thieres entnahm. Die Beine waren allemal hart über der Hand- und Fusswurzel abgenommen.

Die Sehnen wurden sorgfältig auspräparirt und einzeln auf einer Glasplatte mit Scheere und Pincette gereinigt, zuletzt noch überdies mit einem scharfen, flach aufgelegten Messer in langen Zügen abgeschält, bis rundum nur eigentliche Sehnensubstanz frei zu Tage lag. Bei dieser Reinigung wurde durchaus nicht ökonomisch zu Werke gegangen und daher eine grosse Menge von Sehnensubstanz verloren, dagegen tauschte man aber die Gewähr ein, dass das gefässreiche lockere Bindegewebe vollständigst entfernt war.

Die gereinigten Sehnen wurden der Quere nach in dünne Stücke geschnitten und diese zunächst in einem Cylinderglase mit so viel destillirtem Wasser übergossen, dass die damit abgerührten Sehnenstücke eben bedeckt wurden.

Nach 24stündigem Stehen wurde die Flüssigkeit abgegossen und die Sehnen in einem Leinenbeutel unter einer starken Presse scharf abgepresst, die so erhaltenen Flüssigkeitsmengen vereinigt, filtrirt und der Untersuchung auf Eiweisskörper unterzogen. Die Flüssigkeit reagirte neutral, hatte einen schwachen Stich in's Gelbe und opalisirte ein klein wenig.

Beim Kochen trübte sie sich in sehr geringem Grade. Die entstandene Trübung konnte selbst durch sehr feines Filtrirpapier nicht aus der Flüssigkeit abgeschieden werden, auch nicht, wenn man vorher Kochsalz- oder Salmiaklösung hinzufügte.

Beim Abdampfen bildet das Wasserextract der Sehnen auf der Oberfläche eine zusammenhängende Haut.

Eine andere Portion dieses Extractes wurde auf das Verhalten gegen Säuren geprüft.

Essigsäure, dreibasische Phosphorsäure, verdünnte Salz- oder Salpetersäure erzeugten eine ziemlich bedeutende Fällung, welche zwar nicht sofort in der überschüssig hinzugefügten Säure gelöst wurde, wohl aber, wenn der Niederschlag auf dem Filtrum gesammelt, einige Male gewaschen und dann zwischen Filtrirpapier abgepresst wurde. Die saure Lösung wurde von Ferrocyankalium gefällt. Die stark mit Wasser verdünnte Flüssigkeit wird durch Säurezusatz

getrübt. Die Trübung schwindet bei fortgesetztem Zusatz wieder, um in der sauren Flüssigkeit durch Ferrocyankalium abermals zu erscheinen.

Starker Weingeist in grossem Ueberschuss erzeugt in der Flüssigkeit eine Fällung.

Fügt man zu einer Portion der Flüssigkeit nur etwa das gleiche Volumen starken Weingeistes, so fällt Aether aus diesem Gemisch einen sich gut absetzenden Niederschlag. Dieser kann auf einem Filter gesammelt, mit ätherhaltigem Weingeist gewaschen und zwischen Filtrirpapier abgepresst werden.

Der Niederschlag löst sich dann leicht wieder in Wasser auf. Die Lösung zeigt gegen Säuren dasselbe Verhalten, wie die ursprüngliche Flüssigkeit; nur ist der auf Säurezusatz herausfallende Niederschlag jetzt im geringsten Säureüberschuss sofort wieder löslich.

Wurde der Niederschlag durch längere Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt und an derselben getrocknet, so ist er in Wasser schwer löslich geworden.

Beim Einäschern liefert er eine alkalisch reagirende Asche, welche sich grösstentheils in Wasser löst.

Ein Tropfen der Lösung im Oehr des Platindrahtes der Oxydationsflamme ausgesetzt, färbt dieselbe gelb. Auch nach Hinzufügen von Weingeist zur wässerigen Aschenlösung kann durch Platinchlorid kein Kali nachgewiesen werden.

In dem Wasserextract der Sehnen findet sich also dem oben Mitgetheilten zu Folge eine geringe Menge gewöhnlichen löslichen Eiweisses neben einer beträchtlicheren Menge von fällbarem Eiweiss, und dieses letztere ist wahrscheinlich an Alkali gebunden in der Flüssigkeit vorhanden; wenigstens stimmt das Verhalten des mit Weingeist und Aether erhaltenen Niederschlages vollkommen mit den von Lieberkühn [1]) beschriebenen Reactionen des auf gleiche Weise gefällten Kalialbuminates überein. Auf eine Reihe von Erscheinungen, welche an dem mit sehr verdünnten Säuren vorsichtig ange-

[1]) Poggendorff's Annalen. Bd. 86, p. 126.

säuerten Wasserextract der Sehnen wahrzunehmen ist, werde ich an einem andern Orte zurückkommen.

Mit den angeführten Eiweisskörpern ist die Zahl derjenigen erschöpft, welche in den Parenchymsäften überhaupt vorkommen. Moleschott [2]) und Funke [3]) haben schon vor einiger Zeit angegeben, dass sie, der erstere im Bindegewebe, der letztere in der Hornhaut, auf einen Körper gestossen, welcher die Reactionen des Casein aufwies.

Ich gehe jetzt zu der in Kalkwasser löslichen Substanz der Sehnen über.

Die Anwesenheit der vorerwähnten Eiweisskörper macht es nothwendig, die Sehnen, ehe man sie der Kalkwasserbehandlung unterwirft, so viel wie möglich von den in destillirtem Wasser löslichen Substanzen zu reinigen. Durch wiederholte Infusion und Kneten der Sehnen mit kaltem Wasser gelingt dies ziemlich gut. Man kann sich durch Zusatz von Ferrocyankalium zum angesäuerten Waschwasser von dem Fortgang des Auswaschens überzeugen.

Um die Sehnen vor Fäulniss zu schützen, ist diese Operation thunlichst schnell und in der Kälte auszuführen. Zuerst presst man die Sehnen noch einmal ab und übergiesst sie hierauf in einem Cylinderglase mit Kalkwasser in derselben Weise wie zu Anfang mit destillirtem Wasser.

Um die atmosphärische Luft möglichst abzuhalten, drücke man auf den mit Talg bestrichenen Rand des Cylinders eine Glasplatte.

Nach 48 Stunden hat sich das Kalkwasser mit der darin löslichen Substanz bereits so weit gesättigt, dass es von den Sehnen abgegossen und die so erhaltene Flüssigkeit in Arbeit genommen werden kann.

Verdünnte Salz- oder Salpetersäure (0.1 %) und verdünnte Essigsäure, welche etwa 2—3 Grm. Essigsäurehydrat im Litre enthält, fällen daraus einen weissen flockigen Niederschlag, der sich, wenn

---

[2]) Physiologie des Stoffwechsels etc. Erlangen 1851, pag. 367 und Journal für praktische Chemie. Bd. 55, pag. 241.

[3]) Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. Bd. II. pag. 160.

man die genannten Säuren in geringem Ueberschuss hinzufügt, leicht und gut absetzt.

Dieser Niederschlag ist in einem weiter hinzugefügten, auch sehr grossen Ueberschuss jener verdünnten Säuren unlöslich.

Werden die Niederschläge auf Filtern gesammelt, gut ausgewaschen und hierauf wieder mit den entsprechenden verdünnten Säuren infundirt, so löst sich selbst nach wochenlangem Stehen nichts in jenen Säuren auf.

In kochender concentrirter Salpetersäure löst sich die aus dem Kalkwasser abgeschiedene Substanz unter Gelbfärbung der Flüssigkeit auf. Setzt man zur wieder erkalteten Lösung Ammoniak, so färbt sich dieselbe tief orangegelb.

In concentrirter Salzsäure löst sich die Substanz auf und die erhaltene Flüssigkeit färbt sich beim Stehen an der Luft allmälig violett.

Lässt man Stücke derselben sich mit Zuckerwasser infiltriren und befeuchtet sie hierauf mit Schwefelsäure, so färben sich dieselben an der Luft in verschiedenen Nuancen roth, purpur bis dunkelviolett. Nachdem ich die Eigenschaften der in Rede stehenden Substanz so weit festgestellt hatte, machte ich es mir zur Aufgabe, zu untersuchen, ob ich sie nicht durch stärkere Säuregrade als die anfangs angewendeten in saure durch Ferrocyankalium fällbare Lösung bringen könne.

Ich versuchte dies mit variablen Verdünnungsgraden von Salzsäure und mit concentrirter Essigsäure. Es gelang niemals.

Ich will aber die dabei gemachten Wahrnehmungen hier anführen.

Aus dem Kalkwasser wurde die Substanz vorerst mit 0.1procentiger Chlorwasserstoffsäure abgeschieden. Wie schon bemerkt, setzt sich dieselbe, wenn man einen geringen Säureüberschuss hinzufügt, nach einiger Zeit auf den Boden des Gefässes ab.

Die über dem Bodensatz stehende trübe Flüssigkeitsschichte wurde nun vorsichtig abgegossen. Sie liess sich durch Filtriren vollkommen klären, und der auf dem Filter bleibende Rückstand erwies sich als der letzte Rest der ihrer grössten Masse nach durch Absetzen gewonnenen Substanz.

Die letztere wurde nun durch Decantation mit destillirtem Wasser gereinigt, so lange bis in dem abgegossenen Waschwasser durch oxalsaures Ammoniak kein Kalk und durch Silberlösung kein Chlorwasserstoff mehr nachweisbar.

Die so gereinigte Substanz ist aschenfrei, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich. Eine ziemlich bedeutende Menge derselben verbrennt auf dem Platinblech, den bekannten Geruch angebrannter Federn verbreitend, zu einer voluminösen Kohle, welche beim weiteren Glühen fast spurlos verschwindet.

Es wurden nun annähernd gleiche Portionen der noch feuchten Substanz mit Chlorwasserstoffsäure von dem Procentgehalt 0.1—0.5, 1. 5, 10 und 20 behandelt.

Der letztere Säuregrad wirkte, wie concentrirte Salzsäure überhaupt, d. h. er löste die Substanz allsogleich auf, und die so entstandene Lösung färbte sich nach einiger Zeit violett.

Ferrocyankalium erzeugt in derselben keine Fällung.

Die Säuregrade von 10 nach abwärts lösten zu gleichen Mengen über den einzelnen Portionen jener Substanz vertheilt, auch in grossem Ueberschuss dieselbe nicht vollkommen auf, weder bei gewöhnlicher Temperatur, noch beim Erhitzen.

Trennt man nach einiger Zeit die Flüssigkeit durch Filtration von dem Niederschlage wieder ab und untersucht das Filtrat mit Ferrocyankalium, so findet man nirgends einen durch dieses Reagens fällbaren Körper.

Concentrirte Essigsäure macht die auf oben angeführte Weise aus dem Kalkwasser gefällte und dann gereinigte Substanz zunächst etwas durchscheinend, in einem grossen Ueberschuss wird sie beim Schütteln fein vertheilt, so dass man selbst durch sehr dichtes Filtrirpapier nur ein mehr oder weniger getrübtes Filtrat gewinnen kann.

Kocht man in einem Kölbchen die unsere Substanz im fein vertheilten Zustande enthaltende Essigsäure, so ballt sich jene zu etwas grösseren Theilchen zusammen, und man kann jetzt durch sehr feines Filtrirpapier ein klares Filtrat gewinnen, welches auf Zusatz eines Tropfens einer gelben Blutlaugensalzlösung nur äusserst schwach opalisirend wird. Der ungelöste Rückstand giebt mit concentrirter Sal-

petersäure und Salzsäure dieselben Reactionen, wie die ursprüngliche Substanz.

Die Eigenschaft, durch Essigsäure in der beschriebenen Weise verändert zu werden, besitzt die Substanz nur im frisch gefällten Zustande; wurde sie einmal auf dem Filter gesammelt, gewaschen, dem Zutritt der atmosphärischen Luft ausgesetzt und abgepresst, so kann man concentrirte Essigsäure lange Zeit darüber stehen lassen, ohne eine Veränderung zu bemerken. Nach dem Vorhergehenden ist es auch erklärlich, warum man, wenn man unsere Substanz durch Essigsäure aus dem Kalkwasser gewinnen will, sich einer verdünnten Essigsäure bedienen muss.

Man bekommt nur im letzteren Falle einen gut abfiltrirbaren Niederschlag neben einem klaren Filtrat.

Als ich mir die Aufgabe stellte, den durch Kalkwasser aus dem Bindegewebe extrahirbaren Körper zu bestimmen, dachte ich auch daran, sein Verhalten gegen Verdauungs-Flüssigkeit zu prüfen.

Es hat ja mein verehrter Lehrer erst kürzlich nachgewiesen [1]), welche Wichtigkeit die primären Verdauungsprodukte der Eiweisskörper für deren chemische Diagnose besitzen. Das oben beschriebene Verhalten unserer Substanz gegen Säuren beschränkte meine Erwartungen gar bald, und ich kann in der That nur berichten, dass der Körper von Verdauungsflüssigkeit angegriffen wird.

Er wurde zum Zwecke der bezüglichen Versuche mit ClH vom Säuregrad 1 aus dem Kalkwasser gefällt, mit derselben Säure gewaschen, und hierauf in Verdauungsflüssigkeit vom Säuregrad 1 [2]), deren verdauende Wirkung nebenher durch Fibrinflocken oder Stücke von coagulirtem Eiweiss geprüft wurde, eingetragen.

Die Verdauung wurde bei gewöhnlicher Zimmertemperatur vorgenommen. Sie erfolgt sehr langsam und allmälig und führt nie zur vollständigen Lösung der in Angriff genommenen Substanz. Aber man bemerkt nach einiger Zeit sehr gut, wie sich hart über dem am Boden des Gefässes befindlichen Verdauungsobject eine opalisirende

---

[1]) Beiträge zur Lehre von der Verdauung. Diese Untersuchungen, Bd. VI.

[2]) Brücke a. o. a. O. pag. 481.

Schichte ausbildet, deren Niveau in beständiger Hebung begriffen ist, während gleichzeitig das Volum des Körpers sichtlich zusammenschmilzt.

Alle diese Erscheinungen fehlen in einem gleichzeitig aufgestellten, nur ClH vom Säuregrad 1 und unsern Körper enthaltenden Controlglase.

Die später mit Ammoniak neutralisirten Verdauungsproben ergaben weder ein deutliches Neutralisationspräcipitat, noch auch gerann die neutralisirte Flüssigkeit beim Kochen.

In Kali und Natronlauge, in Ammoniak, in Kalk- und Barytwasser ist der aus dem Kalkwasser gefällte und gereinigte Körper sehr leicht löslich.

Specieller auf ihre Reactionen wurde die Lösung in Kali untersucht.

Wenn man die hinlänglich gereinigte Substanz in Wasser aufschwemmt, und nun mit einem in Kalilauge getauchten Glasstab umrührt, so löst sich sogleich ein beträchtlicher Theil der Substanz auf. Wiederholt man nach einiger Zeit den Zusatz von Kali auf dieselbe Weise und je nach der Menge der aufgewendeten Substanz, so lange bis nur mehr ein kleiner Theil die lösende Wirkung des Kali noch nicht erfahren hat, so erhält man durch Filtration eine vollkommen neutral reagirende Lösung. Essigsäure, dreibasische Phosphorsäure, verdünnte Salz- und Salpetersäure fällen daraus den im Ueberschuss genannter Säuren unlöslichen Körper wieder. Derselbe verhält sich in jeder Beziehung eben so wie vor seiner Lösung in Kali.

Weingeist erzeugt einen Niederschlag, der sich bald in Flocken absetzt. Derselbe ist in Wasser wieder löslich, die so erhaltene Lösung zeigt dieselben Reactionen, wie die ursprüngliche Flüssigkeit.

Sublimatlösung bewirkt keine Fällung.

Gerbsäure eine geringe Trübung.

Mehr als in dem bis jetzt Mitgetheilten angegeben wurde, konnte ich für den aus dem Kalkwasser gefällten Körper nicht feststellen.

Es geht aber aus den angeführten Beobachtungen hervor, dass in den Sehnen ein in Wasser unlöslicher Körper vorhanden ist, der durch Kalkwasser, sei es mit, sei es ohne Veränderung seiner Eigen-

schaften, aus den Sehnen extrahirt werden kann, und dass dieser Körper eine Reihe von Uebereinstimmungen mit den Eiweisskörpern darbietet.

Um zu eruiren, ob er einem der bekannten in Wasser unlöslichen Eiweisskörper entstamme oder nicht, ist es nothwendig, das Verhalten jener Körper zum Kalkwasser in Betracht zu ziehen.

Blutfibrin lösst sich nach einiger Zeit in Kalkwasser auf. Berzelius giebt an [1]), dass es mit Kalkerde eine in Wasser lösliche Verbindung bildet. Dasselbe giebt er auch vom Eiweiss an [2]). Er sagt, dass letzteres von Kalkwasser bis zu einer so vollständigen Sättigung aufgelöst wird, dass alle alkalische Reaction verschwindet, oder dass sie, wenn sie durch die angewendete Menge Albumin nicht verschwindet, durch ein paar Tropfen verdünnter Essigsäure weggenommen werden kann, bevor sich etwas Albumin niederschlägt. Bereitet man sich durch Auflösen von Fibrin in Kalkwasser oder durch Mischung von Hühnereiweiss mit Kalkwasser die genannten löslichen Verbindungen, so überzeugt man sich leicht von dem nach Berzelius beschriebenen Sachverhalt.

Wendet man, um den überschüssigen Kalk zu entfernen, verdünnte Weinsteinsäure an, so kann man von dem entstandenen Niederschlag eine vollkommen neutrale Lösung der Albuminkalkverbindung abfiltriren.

Man setzt zu dem Ende vorsichtig mit dem Glasstabe zu einer im Ueberschuss von Kalkwasser bewirkten Lösung von Fibrin oder Albumin verdünnte Weinsteinsäure, so lange bis die Flüssigkeit eben neutral reagirt, lässt durch längere Zeit ruhig stehen und filtrirt hierauf von dem entstandenen Niederschlage ab.

Man erhält ein Filtrat, in welchem durch Essigsäure, verdünnte Salz- und Salpetersäure eine im geringsten Säureüberschuss vollkommen lösliche Fällung entsteht. In der sauren Lösung derselben bewirkt Ferrocyankalium einen Niederschlag.

Wird der durch Säuren erzeugte Niederschlag gewaschen und

---

[1]) Lehrbuch der Chemie. Bd. 9. 3. Aufl. pag. 57.

[2]) l. c. pag. 40.

zwischen Filtrirpapier abgepresst, so lösst er sich in der geringsten Menge Kalilauge auf. Die gewonnene Lösung verhält sich gegen Säuren und gegen Alkohol und Aether der Lösung von Kalialbuminat vollkommen entsprechend.

Bei der Behandlung des Fibrin und Albumin tritt also derselbe Atomcomplex auf: fällbares Eiweiss in Verbindung mit Kalkerde, der im Kalialbuminat an Kali gebunden ist.

Eiweissniederschläge, welche ich mir auf verschiedene Weise aus Hühnereiweiss durch Zusammenwirken von Mittelsalzen und Säuren erzeugt hatte, erwiesen sich, auch wenn sie durch längeres Auswaschen und Liegen an der Luft in Wasser ziemlich schwer löslich geworden waren, als leicht löslich in Kalkwasser, und die alkalische Lösung zeigte alle für das Fibrin und Albumin unter denselben Verhältnissen angegebenen Eigenschaften.

Ganz allgemein gesagt, ändert also das Kalkwasser Albumin und Fibrin in fällbares Eiweiss (Mulder's Protein) ab. Weitere Abänderungen bringt es wenigstens in den hier in Betracht kommenden Zeiträumen nicht zu Stande.

Brücke's Pseudofibrin, ein Körper, bei dessen Darstellung [1]) das dazu verwendete Eiweiss schon durch Kali die Abänderung in fällbares Eiweiss erlitten hat, zerfällt in ähnlicher Weise unter dem Einfluss des Kalkwassers, wie das Fibrin. Die erhaltene Lösung unterscheidet sich in Nichts von einer Lösung des Fibrin oder Albumin in Kalkwasser.

Ein dem Fibrin analoger, in Wasser unlöslicher Eiweisskörper kann also in den Sehnen nicht vorhanden sein, denn dann müsste sich der durch Kalkwasser extrahirte Körper mit fällbarem Eiweiss identisch erweisen, was nicht der Fall ist.

James Drummond [2]) erklärt in einer Abhandlung, in welcher er die Entwicklung des Bindegewebes eben so beschreibt und abbildet, wie dies Baur später gethan gethan hat, die grösste Masse des

[1]) Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes. Virchow's Archiv, Bd. III. p. 393.

[2]) Researches into the mode of Development of the Tissues in the Mammalian Embryo. The monthly Journal of medical science. Vol. XV. Edinburgh 1852. pag. 357. u. d. f.

embryonalen noch keinen Leim gebenden Bindegewebes ohne weiteres für identisch mit dem Fibrin.

Seine durch einige Versuche unterstützten Angaben scheinen mir aber mit Berücksichtigung der für die entwickelten Sehnen vorliegenden Thatsachen einer weiteren Prüfung bedürftig.

Eben so wenig als mit dem Fibrin kann die in Wasser unlösliche, durch Kalkwasser extrahirbare Substanz der Sehnen mit dem beim Verdünnen des Blutserums oder des Hühnereiweisses mit Wasser herausfallenden Körper identisch sein.

Panum's sogenanntes Serumcasein ist allerdings in Kalkwasser leicht löslich; hätten wir es aber in unserem Falle damit zu thun, so müsste sich jene Substanz auch mit Kochsalz oder Salmiaklösung aus dem Bindegewebe extrahiren lassen, was nicht der Fall ist. Um beweisende Versuche anzustellen, ist es nothwendig, auf folgende Weise zu verfahren.

Nachdem die Sehnen, wie oben angeführt, mit destillirtem Wasser möglichst gereinigt, theile man sie in drei Portionen. Die eine wird mit destillirtem Wasser, eine zweite mit Kochsalzlösung und die dritte mit Kalkwasser infundirt.

Nach 48stündigem Stehen weist das Kalkwasser eine grosse Menge durch Säuren fällbarer Substanz aus, die Kochsalzlösung hingegen enthält entweder keine Spur oder doch nur eine sehr geringe Menge einer durch Essigsäure fällbaren Substanz. Findet man das Letztere, so nehme man jetzt eine Probe des über der ersten Portion der Sehnen stehenden destillirten Wassers, säure an und versetze mit Ferrocyankalium.

Man wird sich überzeugen, dass in das destillirte Wasser dann annähernd eben so viel albuminoide Substanz noch übergegangen ist, als aus der Kochsalzlösung durch Zusammenwirken von Salz und Säure gefällt wurde.

Man hat dann eben nicht lange genug mit destillirtem Wasser gereinigt; und die letzten Reste der in Wasser löslichen Eiweisskörper des Bindegewebes sind in die Kochsalzlösung übergegangen.

Wäscht man die mit Kochsalzlösung behandelten Sehnen hinter-

her wieder aus und infundirt sie jetzt mit Kalkwasser, so nimmt dieses nun erst jene in Wasser unlösliche Substanz aus denselben auf.

Uebrigens wurden die eben verzeichneten Versuche nur der Vollständigkeit halber hier angeführt, weil aus denselben zugleich das Verhalten unseres Körpers zu Salzlösungen ersichtlich wird.

Directe Versuche mit dem aus Hühnereiweiss durch Verdünnen mit Wasser abgeschiedenen und gut ausgewaschenen Eiweisskörper ergaben, wie bei der Natur desselben nicht anders zu erwarten, dass er sich gegen Kalkwasser eben so verhält, wie Fibrin und gelöstes Albumin.

Von dem in Wasser unlöslichen sogenannten reinen Casein haben Scherer [1]) und Rochleder [2]) gezeigt, dass es mit Kali, Natron oder Kalk Lösungen mit den für Caseinlösungen characteristischen Reactionen gibt.

Nachdem eine Vergleichung der fraglichen Substanz des Bindegewebes mit den in Wasser unlöslichen Eiweisskörpern zu dem Resultate geführt, dass sie mit keinem derselben identisch sein kann, sind noch zwei, den Proteinkörpern sehr nahe stehende Substanzen übrig, welche die Unlöslichkeit in Wasser mit der fraglichen Substanz gemein haben: das Proteinbioxyd und das Mucin.

Als Panum den von ihm Serumcasein genannten Eiweissniederschlag auf reine Identität mit den bekannten, in Wasser unlöslichen Eiweiskörpern untersuchte, schrieb er [3]), dass es eine missliche Sache sei, von einem bis dahin unbekannten Eiweisskörper zu behaupten, er sei nicht Proteinbioxyd, so lange man eben die letztere Substanz nicht besser kennt als dies jetzt der Fall ist.

Ich finde mich in keiner anderen Lage.

Nebst der Unlöslichkeit in Wasser sagt man dem Proteinbioxyd noch mit ziemlicher Uebereinstimmung die Löslichkeit in erwärmter Essigsäure nach.

Diese Eigenschaft mangelt unserer Substanz.

Was das Mucin (Schleimstoff) betrifft, so ist Folgendes zu bemerken.

---

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 40.

2) Ebendaselbst, Bd. 45.

3) Virchow's Archiv. Bd. III.

Wenn man die Beschreibungen des also genannten Körpers bei Berzelius [1]), Simon [2]), Scherer [3]), Frerichs [4]), Lehmann [5]), nachliest, so findet man, dass sich aus den einzelnen Angaben dieser Autoren eine auf unsere Körper passende Beschreibung abstrahiren liesse.

Im Ganzen stimmt aber die Beschreibung der einzelnen Autoren so wenig überein, dass daraus nicht zu entnehmen ist, ob das, was man Schleimkörper nannte, in allen Fällen ein und dieselbe Substanz gewesen ist.

Die Würdigung dieser Thatsache ist der Grund, warum ich nicht gleich anfangs bei dem doch wenig erklärenden Hinweis auf den sogenannten Schleimkörper stehen blieb, sondern vorerst noch die übrigen in Wasser unlöslichen Proteinkörper auszuschliessen suchte.

Zum Schlusse noch einige praktische Bemerkungen.

Es wurde in der vorliegenden Abhandlung die Anwesenheit einer bisher wenig beachteten Substanz im Bindegewebe dargethan, welche künftig namentlich bei Untersuchungen über die chemische Constitution des Bindegewebes in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien zu berücksichtigen sein dürfte.

Auch für die vergleichende Analyse des Bindegewebes und des Leimes ist der Nachweis jenes Körpers von einiger Bedeutung. Man hat bisher aus der Uebereinstimmung der procentischen Zusammensetzung des mit Wasser, Alkohol und Aether gereinigten Bindegewebes mit der procentischen Zusammensetzung des Leimes geschlossen, dass sich das Bindegewebe ohne Veränderung seiner Zusammensetzung zu Leim auflöse.

Berücksichtigt man die Anwesenheit der früher abgehandelten Substanz im Bindegewebe, so folgt, dass man durch obigen Schluss

---

[1]) L. c. pag. 535.

[2]) Handbuch der angewandten medizinischen Chemie. Berlin 1940. Bd. I. pag. 49 — und Bd. II, 1842, pag. 303.

[3]) Annal. der Chemie, Bd. 57, pag. 198.

[4]) Handwörterbuch der Physiol., Bd. III, 1. pag. 463 u. d. f.

[5]) Lehrb. d. physiol. Chemie. Bd. II. pag. 365.

VIII.

Der Klauenschlauch des Schafes (sog. Klauendrüse, sinus cutaneus Klein).

Histologisch untersucht in dem physiologischen Institute der k. k Universität zu Pest.

Von **Dr. Coloman Balogh**,
prov. Assistenten der Lehrkanzel der Physiologie [1]).

(Mit 1 Tafel).

Das Organ, welches ich beschreibe, ist dem Genus *Ovis* und *Capra* eigenthümlich und kommt an allen vier Extremitäten vor; ausserdem ist dasselbe nach der mündlichen Mittheilung des Herrn Professors Brühl an den zwei hinteren Extremitäten des *Cervus capreolus* vorhanden.

Das Makroskopische des Klauenschlauches wurde bereits von F. Klein in der „Dissertatio de sinu cutaneo ungularum ovis et caprae" (Berol. 1830. cum tab.) beschrieben. Ich werde mich also hiebei nur kurz aufhalten.

Auf der Dorsalfläche des Fusses, dort wo die Basaltheile der ersten Phalangen mit dem Metatarsusknochen articuliren, fängt die Haut an zwischen die beiden genannten Knochen sich einzusenken, welche Einsenkung nach unten zu immer mehr zunimmt, so dass sie

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Academie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

an der Grenze, wo die Klauen ihren Anfang nehmen, gewöhnlich eine Tiefe von 18 Millim. erreicht. In dieser Furche, in der Gegend, welche den Gelenken zwischen den beiden ersten und zweiten Phalangen entspricht, findet sich in einer Tiefe von 8 Millim. eine rundliche Oeffnung (Fig. 1, *a*) von 2—2·5 Millim. Durchmesser; aus ihr ragt immer ein Büschel von Haaren heraus und sie ist mit einer fettartigen, halbflüssigen Materie angefüllt. Diese Oeffnung führt in einen blind endigenden Schlauch, welcher hakenförmig geknickt ist, und zwischen den beiden Zehen durch lockeres Bindegewebe fixirt wird. Der schräg von vorn und oben nach hinten und unten absteigende Theil (Fig. 1, *b*) des Schlauches ist drehrund und hat einen Durchmesser von 3·5 Millim., eine Länge von circa 18 Millim. — Der knapp über diesem in entgegengesetzter Richtung und etwas steiler aufsteigende Theil des Schlauches (Fig. 1, *d*) erweitert sich von der knieförmigen Umbiegungsstelle (Fig. 1, *c*) an bis zu 7·333 Millim. Durchmesser, verjüngt sich aber gegen sein blindes, in fettreiches Bindegewebe (Fig. 1, *e*) eingehülltes Ende allmälig wieder bis zu 4·25 Millim. Durchmesser und hat eine Länge von circa 16·5 Millim.

Wenn man einen bis an die Klauen enthäuteten Fuss von hinten her betrachtet, so sieht man ein grosses Stück des blasenartig erweiterten aufsteigenden Theiles (Fig. 2, *a*) des Schlauches in dem dreieckigen Raum zwischen den Zehen hervorragen. Der Schlauch liegt also so, dass er durch die Zehen etwas zusammengepresst werden kann.

Wird auf der hinteren Seite des enthäuteten Fusses das Bindegewebe und die oberflächliche Fascie entfernt, so fallen die Zweige des 1·25 Millim. starken Tarsalnerven (Fig. 2, *e*) und der gleichnamigen Arterie (Fig. 2, *f*) in's Auge. Von den Verzweigungen der Tarsalarterie tritt keine von den Seiten oder von hinten her direct zu dem Klauenschlauch; sondern es kommt ein unpaarer feiner Zweig von vorn und unten, d. h. von der Dorsalhaut des Fusses her, zu dem genannten Organ; derselbe spaltet sich in der Nähe der Ausmündungsöffnung des Klauenschlauches in zwei Zweigchen von je 0·5 Millim. Dicke. Das eine von ihnen steigt in der Umhüllungsschicht von unten her auf die obere Fläche des Anfangsstückes des absteі-

genden Theiles des Schlauches, um sich daselbst zu verzweigen; das andere begiebt sich ebenfalls in der Umhüllungsschicht an der unteren Fläche des absteigenden Theiles zu dem aufsteigenden Theil des Schlauches und verästelt sich daselbst und führt somit einem weit grösseren Theile unseres Organes das Blut zu. Die Verästelungen dieser Arterien lösen sich in der Umhüllungsschicht zu langgezogenen weitmaschigen Capillarnetzen auf, zum Theil treten sie zu den Drüsenknäuelchen des Klauenschlauches und umspinnen dieselben mit einem Capillarnetze (Fig. 3), dessen Maschenräume 0·023—0·238 Millim. weit sind. Die Dicke der Capillaren beträgt an gut gelungenen Injectionspräparaten 0·009—0·023 Millim. Die kleinen zwischen den Drüsen verlaufenden Arterienästchen werden von je zwei Venen begleitet und messen 0·030—0·041 Millim. Die Talgdrüsen der Haarbälge des Klauenschlauches sind von Capillarnetzen umspannt, welche noch weitmaschiger sind, als jene der eigenthümlichen Drüsenknäuelchen des Klauenschlauches. Die Nerven für den Klauenschlauch kommen von der Dorsalhaut des Fusses auf demselben Wege wie die Arterien heran, und begleiten dieselben als dünne, bis vier Nervenfibrillen von 0·010—0·006 Millim. Dicke führende, Zweigchen. Die einzelnen, doppelt contourirten Nervenfibrillen treten dann zwischen die Windungen der Drüsenknäuelchen, wo sie sich durch dichotomische Theilungen in feine Aestchen auflösen und in den Wandungen der Drüsenröhrchen verlieren. Die Nerventheilungen habe ich an Präparaten, welche 24 Stunden hindurch in fünffach verdünntem Holzessig macerirt waren, beobachtet. — Das Eintreten der Nervenfibrille in die Wandungen der Drüsenröhrchen sah ich an Objecten, welche einen Tag in 10procentiger Salpetersäurelösung gelegen hatten. Auch an Chromsäure-Präparaten habe ich die Nervenvertheilung studirt.

Untersucht man den Klauenschlauch auf seine Schichtungsverhältnisse von aussen her, so kann man eine ziemlich feste, ein wenig durchscheinende Membran im Zusammenhange vom Schlauche losstrennen, welche sich auch in der Umgebung der Ausmündungsöffnung desselben nach unten zu in einer Länge von 21 Millim. (also bis zu den Klauen herab) und in einer Breite von 15 Millim. (auf die beiden Seiten symmetrisch vertheilt) von der Dorsalhaut des Fusses lospräpariren

lässt, — ich nenne diese Membran die äussere Umhüllungsschicht. Hierauf folgt eine zweite Membran, die innere Umhüllungsschicht, welche zwar noch dünner, aber fester als die vorige und mit dem Schlauche nur lose verbunden ist. Sie erstreckt sich ebenfalls auf die angegebene Strecke der Dorsalhaut, welche ich, da sie sich zwischen die Zehen einsenkt, die Furchenhaut nennen will. Ueber die angegebene Strecke hinaus verschmelzen beide Schichten untrennbar in dem Unterhautbindegewebe.

Der auf diese Weise rein präparirte Klauenschlauch hat sammt der gleichförmig entblössten Furchenhaut ein körniges Aussehen und eine ockergelbe Farbe. Die einzelnen Körner messen 0·75 bis 1·5 Millim. und sind durch schmale, weissliche Zwischenräume von einander getrennt. Diese gelbliche Drüsenlage ist im frischen Zustande von der darauf folgenden weisslichen Lederhaut nicht im Zusammenhange loszutrennen; man kann dieselbe zwar an in verdünntem Holzessig längere Zeit macerirten Objecten in grösseren Fetzen abstreifen, doch zerfällt sie dabei leicht in eine körnige Masse. Wenn man den bis auf die Drüsenschicht von aussen her rein präparirten Klauenschlauch aufschneidet, sieht man an der Schnittfläche seiner Wandung zwei durch ihre Färbung deutlich verschiedene Schichten, welche auch an Durchschnitten der Furchenhaut zu erkennen sind. Die äussere (untere) dieser Schichten ist gelblich, die innere (obere) aber weisslich. Die erstere ist an dem aufsteigenden Theile des Klauenschlauches, wo die ganze Wandung 2·25 Millim. Dicke hat, 1·75 Millim. dick; an dem absteigenden Theile, dessen Wandung 1·75 Millim. dick ist, aber nur 0·75 Millim.; eben so viel beträgt ihre Dicke an der 3·25 Millim. dicken Furchenhaut. Die übrige 3 Millim. dicke Haut des Fusses lässt an senkrechten Durchschnitten eine solche Schichtung und Färbung nicht erkennen.

Die Innenfläche des Klauenschlauches, welcher in seiner ganzen Ausbreitung eine Länge von 40 Millim. und eine Breite von 10·5 Millim. (an dem absteigenden Theile) — 14·75 Millim. (in der Mitte des aufsteigenden Theiles) hat, ist weiss und mit gelblichweissen, etwa 9 Millim. langen Haaren besetzt. Der cerumenartige Inhalt desselben besteht aus einer durchsichtigen, dicken, fettig anzufühlenden, an der

Luft sich milchartig trübenden Flüssigkeit, welche bald zu einer hornartigen, durchsichtigen, hie und da rissig werdenden Masse vertrocknet. Sie ist bei älteren Thieren mit ausgefallenen, meist im Zerfall begriffenen Haaren reichlich vermengt.

Wenn man den Inhalt des Klauenschlauches mikroskopisch betrachtet, nimmt man folgende Formelemente wahr: grössere und kleinere Bruchstücke von ausgefallenen Haaren, welche in Folge einer Maceration durch die in der Schlauchhöhle befindliche Flüssigkeit an dem dicken Ende besenförmig sich spalten, und endlich in ihre Elemente zerfallen, wie ich das aus den vollkommen isolirten und in grosser Menge vorhandenen Faserzellen der Rindensubstanz des Haares (Fig. 4) folgerte; ferner Epidermisschüppchen theils mit, theils ohne Kern; dann Talgzellen (Fig. 5, *a*) bis zu einer Grösse von 0·020 Millim., Fettkörner (Fig. 5, *b*) von 0·004 Millim. Grösse bis zur unmessbaren Kleinheit und endlich in geringer Menge rhombische Tafeln (Fig. 6), die nach Zusatz von Aether verschwinden.

Der Inhalt des Klauenschlauches reagirt schwach sauer und nur der geringere Theil davon wird durch Aether gelöst. Die ungelöste Menge wird durch Salpetersäure gelb gefärbt. Wenn man die ganze Masse trocknet und hernach erhitzt, verbrennt sie unter Blasenbildung und einem üblen Geruch mit Hinterlassung einer schwarzen Kohle. Es scheint das Secret des Klauenschlauches mehr eiweissartige Verbindungen als Fett zu enthalten, was sich daraus erklären dürfte, dass die schweissdrüsenartig geformten, eigenthümlichen Klauenschlauchdrüschen die Talgdrüse an Zahl und Grösse überwiegen; denn aus der Thatsache, dass das in den ersteren enthaltene Secret durch Salpetersäure gelb gefärbt und die zwischen den kernartigen Elementen desselben vorhandene körnige Masse durch Essigsäure aufgehellt wird, halte ich für erlaubt anzunehmen, dass dieselben ein vorwiegend proteinhaltiges Product liefern, während die Talgdrüsen eine fettige Materie absondern. Die letzteren werden auch nach einer mehrtägigen Maceration in zehnfach verdünnter Salpetersäure, wobei die ganze Drüsenlage des Klauenschlauches intensiv gelb wird, kaum gelb gefärbt.

Ueber den Zweck des Secretes konnte ich zu keinem positiven Resultat kommen. Ich glaube aber nicht zu irren, wenn ich annehme,

dass dasselbe nicht ausschliesslich deswegen da ist, um als Schmiere für die Klauen und für die in der Umgebung befindliche Haut zu dienen, denn wie wäre sonst der Umstand zu erklären, dass der *Cervus capreolus* nur an den hinteren Extremitäten den Klauenschlauch besitzt während die Haut, Haare und Klauen an allen vier Extremitäten gleiche Eigenschaften haben?

An feinen senkrechten Längsschnitten des Klauenschlauches erkennt man (zunächst nach innen gegen das Lumen) die Epidermis (Fig. 7, *a*, *b*), welche genau die Erhebungen und Vertiefungen, welche die Papillarschicht macht, wiedergiebt. Die Epidermis zerfällt in eine im Mittel 0·045 Millim. dicke Hornlage *(a)* und in die 0·038 Millim. dicke Malpighische Schicht *(b)*. Hierauf kommt die Papillarschicht (Fig 7, *c*) von 0·742—0·866 Millim. Dicke. Die darauf folgende Drüsenlage *(d)* misst 0·750—1·742 Millim. Nach aussen schliessen sich dann die Umhüllungsschichten *(e)* an, welche zusammen eine Dicke von 0·133—0·666 Millim. haben. Sie sind nur bei stärkeren Vergrösserungen von einander getrennt wahrzunehmen. Die innere besteht aus vorzüglich querverlaufenden dichten, elastischen Netzen (Fig. 8) und ist ärmer an Bindegewebe als die äussere, wo nur weitmaschigere elastische Netze vorkommen. Die Stärke der elastischen Fasern beträgt in den Umhüllungsschichten 0·002—0·007 Millim. Das Gewebe dieser Schichten wird bei älteren Thieren durch aus Fettzellen gebildete Inseln (Fig. 7, *o*) von 0·047—0·333 Millim. Dicke und 0.390—2·095 Millim. Breite auseinander gedrängt. Die Fettzellen haben 0·041 bis 0·085 Millim. im Durchmesser.

Die Hornlage der Oberhaut (Fig. 7, *a*) besteht aus mehreren Reihen übereinander geschichteter Hornzellen, von denen die oberen platt, mit körnigem Inhalt und mehr oder minder deutlichem Kern (Fig. 9). Sie haben im Mittel 0·019 Millim. Flächendurchmesser. Weiter nach unten gegen die Malpighische Schicht werden sie grösser (0·031 Millim.) und dicker (0·006 Millim.). Ihr Inhalt ist körnig, lässt aber einen länglichen wohlerhaltenen Kern von 0·008 Millim. Länge und 0·0055 Millim. Dicke deutlich durchschimmern. Die Form der letztbeschriebenen Zellen ist von oben her gesehen unregelmässig eckig (Fig. 10, *b*), von den Seiten her betrachtet aber spindelförmig (Fig. 10, *a*).

Die Malpighische Schicht (Fig. 7, *b*) besteht an der Grenze der Papillarschicht aus einer Reihe verticalstehender, säulenförmiger Zellen (Fig. 11, *a*), deren senkrechter Durchmesser 0·011 Millim. beträgt, während der horizontale 0·006 Millim. ist. Ihr Inhalt ist sehr feinkörnig und schliesst einen rundlichen Kern von 0·004 Millim. Durchmesser ein. Die übrigen, gegen die Hornlage zu gelagerten Zellen (Fig. 11, *b*) sind polygonal mit mehr oder weniger abgestumpften Ecken. Sie sind 0·008—0·015 Millim. gross und haben 0·004—0·0026 Millim. grosse Kerne. Die Zellen der Malpighischen Schicht sind in verticaler Richtung etwa in dreizehn Reihen vorhanden.

Die Papillarschicht (Fig. 7, *c*) besteht aus einem dichten Gefüge von Bindegewebsfibrillen, welchen feine elastische Fasern, die weitmaschige Netze bilden, beigemischt sind. Die Papillen (Fig 7, *f*) bestehen aus zum Theil formlosem Bindegewebe und wenigen der Länge nach verlaufenden elastischen Fasern. Sie sind bald flach und breit, bald hoch und schmal, bald büschelförmig zusammengesetzt. Ihre Höhe wechselt von 0·028—0·219 Millim., ihre Breite von 0·019—0·076 Millim. Ich schätzte die Gesammtzahl der an der Innenfläche des Klauenschlauches, also auf einem Flächenraume von etwa 480 Quadrat-Millim. vorkommenden Papillen auf 1014. Sie stehen in querer Richtung dichter beisammen als in der Längsrichtung.

Die Haare (Fig. 7, *k*), welche auf der Innenseite der Schlauchhaut hervorsprossen, sind in sehr schräger Richtung eingepflanzt und kehren ihre Spitzen der Oeffnung des Schlauches zu. Ihre Anzahl mag beiläufig 700 betragen. Wegen ihrer schrägen Einpflanzung bekommt man von ihnen und ihren Bälgen auf senkrechten Querschnitten der Schlauchwand oft sehr hübsche Durchschnitte zu sehen. Sie haben im Mittel eine Dicke von 0·042—0·085 Millim. und stecken in Bälgen, welche gewöhnlich eine Länge von 2·308 Millim. und eine Dicke von 0·123—0·228 Millim. haben. In die Haarbälge münden in der Nähe des *Stratum Malpighii* 2—4 Talgdrüsen (Fig. 7, *g*) von 0·113—0·209 Millim. Länge und 0·047 bis 0·100 Millim. Breite. Sie sind gewöhnlich so dunkel, dass man nur ihre runden Contouren beobachten kann; bei jungen Thieren aber sind sie hell genug, um bei starken Vergrösserungen die durch ihre Wandung durchscheinenden, unregelmässig

eckigen, mit einem feinkörnigen Inhalt und einer Andeutung von Kernen versehenen Auskleidungszellen (Fig. 12, *a*) deutlich zu zeigen. Die Wandung der Talgdrüsen besteht aus einer *membrana propria* und über dieser aus einer 0·0145 Millim. dicken Faserhülle (Fig. 12, *l*).

Die blass bräunlichgelbe Drüsenlage (Fig. 7, *d*) besteht aus etwa 550 einzelnen Drüsenknäuelchen (Fig. 7, *e*) von 0·219 bis 0·476 Millim. Dicke, 0·752—1·006 Millim. Länge und 0·57 bis 1·057 Millim. Breite, welche der Länge nach in Zwischenräumen von 0·104—0·2 Millim., der Quere nach in Zwischenräumen von 0·028—0·076 Millim. in's Bindegewebe eingebettet sind; auf einen ganzen Umkreis eines Querschnittes des Schlauches kommen ihrer etwa dreizehn. Die Knäuel sind umsponnen von einem ziemlich engmaschigen Netz von feinen elastischen Fasern, welche mit denen der Umhüllungschichten in Verbindung stehen und sich mit den Bindegewebsfibrillen auch zwischen die einzelnen Windungen hinein begeben und dieselben zusammenhalten helfen. Ein derartiger Knäuel besteht aus einem blindendigenden Schlauch (Fig. 13, *a*) von 0·092 Millim. Dicke, welcher nicht ungetheilt bleibt, wie man das an in verdünntem Holzessig macerirten, mit Nadeln zerzupften Präparaten am besten beobachtet. Die Aestchen der Drüsenröhrchen (Fig. 13, *b*) endigen ebenfalls blind und haben dieselben Durchmesser wie diese. Das ausführende Ende des aufgeknäuelten Drüsenröhrchens geht gerade oder schräg (Fig 7, *m*) nach aufwärts und durchbohrt, sich trichterförmig erweiternd, einfach die Epidermis (Fig. 7, *n*).

Die Mündungen dieser Drüsenknäuelchen oder Poren stehen auf der Innenfläche des Klauenschlauches 0·8—1·33 Millim. von einander entfernt.

Die 0·004—0·005 Millim. dicke Wand (Fig. 13, *c*; Fig. 14, *a*; Fig. 16, *a*) der einzelnen Drüsenröhrchen besteht aus einer structurlosen, nach Maceration in verdünntem Holzessig oder 10procentiger Salpetersäurelösung leicht darstellbaren *membrana propria* (Fig. 15, *a*), welche äusserlich mit mehrfachen Schichten von contractilen Faserzellen belegt ist, deren Verlauf oberflächlich längs (Fig. 17), dann schräg oder spiralig, innen aber quer gerichtet ist. Die einzelnen Faserzellen 0·090—0·019 Millim. lang, 0·0035—0·007 Millim. breit, mit Kernen von 0·0119—0·025 Millim. Länge, 0·0008 bis 0·0016 Millim.

Breite, habe ich aus Objecten, welche in verdünnter Salpetersäure, Chromsäure und in diluirtem Holzessig macerirt worden waren, isolirt dargestellt (Fig. 18; Fig. 19; Fig. 20). Die Muskellage ist mit einem weitmaschigen, spiralig geordneten Netze (Fig. 21, *a*) von 0·0027—0·0043 Millim. dicken, stark lichtbrechenden und scharf contourirten Fasern, welche jedoch nach Essigsäurezusatz undeutlich werden, überzogen.

Inwendig ist die *membrana propria* mit einer einfachen Lage von polygonalen, säulenförmigen, kernhaltigen Zellen von 0·009 bis 0·012 Millim. Breite und 0·017—0·020 Millim. Höhe ausgekleidet. Ihre Abgrenzung von einander ist im frischen Zustande und mit Wasser versetzt verwaschen (Fig. 16, *e*) und sie zeigen einen durchweg körnigen Inhalt; nach Zusatz von Essigsäure hellt sich aber derselbe auf und man erkennt nun die schönsten hexagonalen Formen (Fig. 14, *b*) und je einen rundlichen, feinkörnigen Kern (Fig. 14, *c*) von 0·008 Millim. Durchmesser. Die Zellen sind gewöhnlich farblos, manchmal aber zeigen sie einen schwachen Stich in's Gelbliche; die Kerne sind dunkel schattirt. Am schönsten treten die beschriebenen Zellen nach 20stündiger Maceration in fünffach verdünntem Holzessig hervor. Fig. 15 sind in dieser Weise gewonnene Präparate bei verschiedenen Einstellungen des Focus abgebildet. Unter *(B)* sind diejenigen im Focus, welche die das Deckglas berührende Wand der Drüsenröhrchen überziehen, bei *(A)* sind solche, welche in der Halbirungsebene liegen, zu sehen, *(C)* aber stellt diejenigen vor, welche die das Objectglas berührende Wand der Drüsenröhrchen bedecken. Durch Maceration in verdünnter Salpetersäure werden sie gelb gefärbt und ihre Contouren werden sehr deutlich, die Kerne sind dann aber nicht zu beobachten. Das innerhalb der Zellenauskleidung übrig bleibende Lumen der Drüsenröhrchen misst im Lichten 0·042—0·060 Millim. und ist mit einem Inhalte, welcher gegen die Auskleidungszellen zu aus kernartigen Gebilden (Fig. 16, *c*), gegen die Axe zu aber aus einer körnigen Masse besteht, dermaassen ausgefüllt, dass in der Axe nur eine Andeutung von freiem Raum übrig bleibt. Es glückte mir an mit Wasser versetzten Präparaten, welche ich von ganz frischen Objecten nahm, den besprochenen Inhalt unter dem Mikroskop, indem ich auf das Deckglas einen schwachen Druck ausübte, aus den Drüsenröhrchen herauszudrücken. Er bestand

aus neben einander gelagerten, rundlich länglichen, kernartigen, farblosen Gebilden (Fig. 22, *a*) von 0·004—0·008 Millim. Grösse und körnigem Inhalte, und einer formlosen, körnigen Masse (Fig. 22, *b*). Die Epithelialzellen blieben hiebei im Drüsenröhrchen unversehrt zurück, wie ich das nachher durch Essigsäurczusatz deutlich sah. Die ausgedrückten kernartigen Gebilde wurden durch Essigsäure nicht verändert, während die sie zusammenhaltende körnige Masse, welche wohl ohne Zweifel in Folge einer Umwandlung und Verflüssigung derselben entsteht, durchsichtiger wird. Salpetersäure färbt das Secret der besprochenen Drüsenröhrchen gelb, und dieses dürfte somit zum Theil aus eiweissartigen Verbindungen bestehen.

Ich war mit meiner Arbeit bereits am Ende, als mir bekannt wurde, dass Ercolani den Klauenschlauch des Schafes untersucht, und die Resultate seiner Untersuchung im „Giornale di Veterinaria" Bd. III. (Turin 1853) publicirt hatte. Das Original war mir nicht zugänglich. Aus dem Repertorium der Thierheilkunde von Professor Hering, 16. Jahrgang (Stuttgart 1855), Seite 83—84, Art.: „Ueber die Hautdrüsen" von Ercolani, weiss ich aber, dass er die knäuelartig gewundenen Drüschen für Schweissdrüsen, welche an der inneren Oberfläche des Klauenschlauches münden, ansieht und ihre gelbe Farbe von der von ihnen secernirten Flüssigkeit herleitet.

Die bisherige Meinung der Autoren, dass der Klauenschlauch hauptsächlich Talgdrüsen enthalte, hat Ercolani mit Recht als irrig erkannt. Wenn derselbe aber die gewundenen Drüsenknäuelchen als Schweissdrüsen bezeichnet, so kann ich ihm nur insofern beistimmen, als die fraglichen Drüschen sich nur hinsichtlich ihrer Form wie vergrösserte Schweissdrüsen verhalten, während sie ihre functionelle Bedeutung und die Beschaffenheit ihres Secretes den Cerumendrüschen des menschlichen Gehörganges, welche überdies gleichfalls formell mit den Schweissdrüsen übereinstimmen, viel verwandter erscheinen lässt. Auf die Angabe endlich, dass ihre gelbe Färbung von der secernirten Flüssigkeit herrührt, habe ich das zu bemerken: dass ich den Inhalt der Drüsenröhrchen wie den des Klauenschlauches überhaupt immer farblos fand. Die gelbe Farbe, welche die Drüsenknäuelchen unstreitig darbieten, leite ich von den Zellen her, die eine schwach

gelbe Farbe darbieten und hiedurch, indem das Licht mehrere Schichten derselben durchsetzt, die obgenannte Färbung bedingen.

Die Furchenhaut zeigt nur darin eine Differenz von der Wandung des Klauenschlauches, dass die Papillarschicht an Dicke bedeutend zunimmt und die Haare dicht gedrängt neben einander stehen.

Jetzt werfe ich noch einen Blick auf die Haut der Metatarsalgegend, um die daselbst vorhandenen Verhältnisse an einem Längsschnitt ganz kurz zu beschreiben. Die Gesammtdicke beträgt bis 3 Millim. Die Epidermis erlangt eine Dicke von 0·181 Millim., während die Malpighische Schicht nur 0·028 Millim. misst. Die Papillarschicht, 1·966 Millim. dick, hat wenige Papillen, welche nicht über 0·030 Millim. hoch sind; sie wird vorzüglich aus elastischem Gewebe gebildet und beherbergt sehr viel neben und über einander stehende Haarbälge von 1·033 Millim. Höhe und 0·133 Millim. Dicke, aus denen Haare von 0·066 Millim. Dicke herausragen. In die Haarbälge münden gewöhnlich zwei Talgdrüsen von 0·088 Millim. Länge und 0·033 Millim. Breite. Zwischen den Haarbälgen befinden sich in Zwischenräumen von 0·366 Millim. die Schweissdrüschen von 0·800 Millim. Höhe und 0·333 Millim. Breite. Die Schweissdrüsenröhrchen selbst haben eine Dicke von 0·075 Millim. Ihre Farbe ist weisslich. In histologischer Beziehung unterscheiden sie sich nicht von den gleichgeformten Gebilden des Klauenschlauches, wohl aber bezüglich ihres Inhaltes, da ich in ihnen nie Formelemente wahrnahm. Sie münden an der Hautoberfläche mit trichterartig erweiterten Oeffnungen. Die Ausführungsgänge sind gerade. Auf die Papillarschicht folgt die reticuläre Schicht der Cutis; sie besteht aus weitmaschigen elastischen Netzen, deren Maschenräume durch Bindegewebe, welches vorwiegend vorhanden ist, durchsetzt werden. Durch balkenartige Züge, welche von dem *textus subcutaneus* ausgehen und wie dieser reicher an elastischem Gewebe sind, wird sie in Abschnitte getheilt. Die reticuläre Schicht der Cutis misst 0·776 Millim., während der *textus subcutaneus* 0·933 Millim. dick ist.

Nach dem Gesagten ist der Klauenschlauch eine Fortsetzung der Cutis, wobei die Hornlage der Epidermis dünner, die Malpighische Schicht aber dicker wird, die Haare an Zahl ab-, ihre Talgdrüsen aber an Mächtigkeit zunehmen, die Schweissdrüssen in ihrer Function eigen-

thümlich modificirt und auch grösser werden. Die reticuläre Schicht der Cutis wird hiebei reicher an elastischen Elementen und geht in die innere Umhüllungsschicht über, während der *textus subcutaneus* zu der äusseren Umhüllungsschicht sich verdichtet.

Inwiefern J. Gené in seinen „Observations sur quelques particularités organiques du Chamois et des Moutons (Mem. di Torino. vol. 37. 1854. p. 195) den Gegenstand, welchen ich behandelte, berührt und was R. R. Livingston davon in dem Artikel: „On the excretory duct of the feet of sheep" (Transactions of the society of New-York. P. II., p. 140) beschreibt, ist mir nicht bekannt, da mir die genannten Schriften nicht zugänglich waren.

Balogh.

Fig. 1.

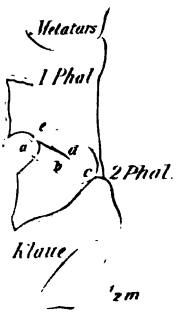


Fig. 4.

Fig. 5.

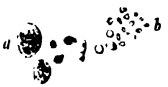


Fig. 6.

Fig. 13.

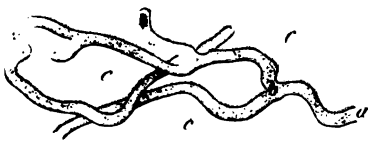


Fig. 8.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 14.

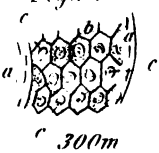


Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 20.

Fig. 21.

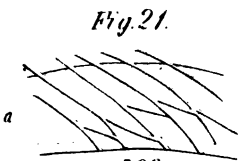
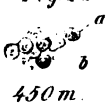


Fig. 22.



Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Der Klauenschlauch nach Wegnahme von einer Zehe von der Seite her betrachtet; *a* die Ausmündungsöffnung, *b* der absteigende Theil. *c* die knieförmige Umbiegungsstelle, *c* der aufsteigende Theil desselben; *e* ein Häufchen, welches vorzüglich aus Fettzellen und dann aus Bindegewebe besteht. Hälfte der natürlichen Grösse.

„ 2. Der Klauenschlauch nach Wegnahme der Haut in seiner natürlichen Lage zwischen den beiden Zehen von hinten her betrachtet; *a* die untere und hintere Hälfte des aufsteigenden Theiles des Klauenschlauches, *b* die zweiten Phalangen, *c* ein rundes sehniges Band, welches die Köpfe der zweiten Phalange zusammenhält, *d* die ersten Phalangen, *e* ein festes sehniges Band, *f* die Tarsalarterie, *g* der Tarsalnerv. Hälfte der natürlichen Grösse.

„ 3. Ein Capillargefässnetz, welches ein Drüsenknäuelchen umspinnt. 60malige Vergrösserung.

„ 4. Faserzellen der Rindensubstanz des Haares aus dem Inhalte des Klauenschlauches, 250malige Vergrösserung.

„ 5. *a* Talgzellen, *b* Fettkörnchen.

„ 6. Rhombische Tafeln, aus dem Inhalte des Klauenschlauches. 250m. Vergr.

„ 7. Längsschnitt der Wandung des Klauenschlauches; *a* Hornlage der Epidermis, *b* Malpighische Schicht derselben, *c* Papillarschicht der Drüsenlage, *e* die Umhüllungsschichten, *f* Cutispapillen, *g* Talgdrüsen, *h* äussere Wurzelscheide, *i* innere Wurzelscheide des Haarbalges, *k* Haarschaft, *l* Drüsenknäuelchen, *m* Ausführungsgang der Drüsenröhrchen, *n* Ausmündungsöffnung derselben, *o* Inseln, welche aus Fettzellen bestehen. 20malige Vergrösserung.

„ 8. Ein elastisches Fasernetz aus der inneren Umhüllungsschicht. 450malige Vergrösserung.

„ 9. Zellen aus dem oberen Theile der Hornlage und

„ 10. Zellen aus dem unteren Theile der Hornlage; *a* von der Seite, *b* von oben her betrachtet. 250malige Vergrösserung.

„ 11. Zellen der Malpighischen Schicht; *a* nächst der Papillarschicht, *b* gegen die Hornlage zu. 250malige Vergrösserung.

„ 12. Das Endstück einer Talgdrüse; *a* die durchscheinenden Ausgleichungszellen, *b* die Faserhülle derselben. 60malige Vergrösserung.

„ 13. Ein Stück von einem Drüsenröhrchen; *a* der Stamm, *b* die Verästelungen, *c* die Wandung desselben. 50malige Vergrösserung.

„ 14. Ein Stück von einem Drüsenröhrchen mit Essigsäure versetzt; *a* die Wandung mit Kernen, *b* die Auskleidungszellen mit Kernen *(c)*. 300malige Vergrösserung.

„ 15. Stücke von einem Drüsenröhrchen nach Maceration in Holzessig; *A* ein gebogenes Stück desselben; bei dieser Einstellung sind die Auskleidungszellen, welche in einem Längsschnitte des Drüsenröhrchens liegen, in ihrem verticalen Durchmesser, *(b)* im Focus, *B* ein blindendigendes Stück von einem Drüsenröhrchen mit der Membrana propria *(a)*, die Zellen, *(b)* der Drüsenröhrchen-Wandung, welche das Deckglas berührt, im Focus eingestellt, während bei *C* diejenigen Zellen im Focus eingestellt sind, welche die das Objectglas berührende Wandung des Drüsenröhrchens überziehen. *a* Membrana propria, *b* die von der Membrana propria sich loslösende musculöse Zelle der Drüsenröhrchenwandung. 250malige Vergrösserung.

„ 16. Ein Drüsenröhrchen im Querschnitte betrachtet; *a* die Wandung mit Kernen *(b)*, *c* die Auskleidungszellen, *c* der Inhalt, *d* das Lumen desselben. Frisches Object. Das Präparat mit Wasser versetzt. 250malige Vergrösserung.

„ 17. Ein Drüsenröhrchenstück mit Essigsäure versetzt, wobei die musculösen Elemente sichtbar werden. 250malige Vergrösserung.

„ 18. Contractile Faserzellen nach Behandlung mit Chromsäure.

„ 19. Dieselben durch Salpetersäuremaceration, und

„ 20. solche nach Einwirkung von Holzessig gewonnen. 250malige Vergrösserung.

„ 21. Das die musculöse Hülle des Drüsenröhrchens überziehende Fasernetz *a*. 300malige Vergrösserung.

„ 22. Inhalt der Drüsenröhrchen; *a* kernartige Elemente derselben mit der sie zusammenhaltenden Masse *(b)*.

IX.

Zur Würdigung der physiolog. Wirkung der Sitzbäder.

Rückbemerkungen an Herrn Dr. Boecker, auf dessen Antikritik (diese Zeitschr. Bd. VI).

Von **Dr. L. Lehmann,**
Badearzt in Bad Oeynhausen.

Nur wenige Zeilen will ich noch zum Schutze des von mir für wahr Gehaltenen gegen die letzten Aeusserungen B's, die physiol. Wirkung der Sitzbäder betreffend, schreiben, da die Angelegenheit selbst nun hinreichend spruchreif den Sachverständigen erscheinen dürfte. Damit nicht durch Stillschweigen das gegen meine Sitzbadversuche Vorgebrachte gleichsam anerkannt scheine, nehme ich nochmals das Wort. Seit einem Jahre bereits wird zwischen Herrn B. und mir die Frage ventilirt:

„Haben Sitzbäder die Wirkung, den Urin und gewisse Urin-
„bestandtheile eines Badenden, welcher fastet, für die dem Bade
„folgende Stunde zu vermehren?

Meine Arbeit über diese Frage behauptet es für meinen Körper; Herr B. bestreitet mir das Recht dazu. Er stützt sich bei dieser Kritik zunächst auf eigne Versuche, und dann auf Prüfung meiner Zahlen. —

Die B'sche Kritik ist von mir einer sehr eingehenden, und wie ich glaube, durchaus beseitigenden Prüfung unterzogen worden. In-

dessen hat Herr B. gegen dieselbe neuerdings, wenn auch nicht gerade neue Einwürfe gemacht, welche ich, soweit sie die oben formulirte Frage betreffen, nochmals beleuchten werde. Indem ich beim Leser die Kenntniss unserer vorhergegangenen Discussion voraussetze, werde ich mich nur an die letzten B'schen Bemerkungen halten und höchstens, wo das Verständniss es erfordert, auf das Frühere andeutungsweise zurückkommen.

Herr B. kämpft in dieser Sache nicht allein. Vielmehr erscheint er überall auf der Arena in Begleitung des Herrn Prof. Radicke. Ich muss also auch diesem Rede und Antwort stehen, was ich um so lieber thue, als ich mit herzlichem Dank die Objectivität und die wissenschaftliche Ruhe anerkenne, mit welcher derselbe seine Kritik übt. Ich muss ferner mit noch grösserem Danke anerkennen, dass Prof. Radicke mit seiner populären Darstellung des Einflusses, welchen die Mathematik auf Verwerthung unserer Zahlen haben muss, unseren Studien einen Dienst erwiesen hat. Herr Prof. Radicke hat die strenge Forderung, welche seine erste Arbeit über diesen Gegenstand enthält, dass nämlich die Differenz arithmetischer Mittel grösser sein müsse, als die Summe der mittleren Schwankungen der zu vergleichenden Reihen, bereits gemildert. Ich habe nun keine Scheu zu bekennen, dass ich nicht sachverständig genug bin, einzusehen, mit welchem Rechte und Grunde eine einmal hingestellte, wissenschaftliche Forderung gemildert werden könne. Ich traue aber Herrn. R. zu, sich des Grundes dafür bewusst zu sein. Meine ausgesprochene Ansicht in Bezug auf den Einfluss der Mathematik zur Verwerthung unserer Reihen scheint mir auch jetzt noch nach Durchlesung des R'schen Urtheils darüber wohl begründet. Ich übergehe hier mit Absicht jede specifisch mathematische Discussion, auf die betreffende Abhandlung verweisend, und glaube um so mehr von einer weiteren Auseinandersetzung Abstand nehmen zu dürfen, als die oben formulirte Frage, um deren Beantwortung es sich hier handelt, nicht wesentlich mehr damit in Verbindung tritt.

Folgende Punkte der R'schen „Notiz" sind es indessen, auf welche ich die Aufmerksamkeit der Leser mit besonderem Nachdruck leite:

1) S. 3. die aufgestellte Regel ist *„keine rein mathematische, sondern enthält ein willkürliches Element."* „Die Willkürlichkeit dieses Ele-

mentes hat aber keine andere Wirkung, als dass die Grenze der Brauchbarkeit des gezogenen Resultates einer kleinen Verschiebung vor- oder rückwärts Raum lässt." . . . . . .

2) „Es war bereits", sagt R. S. 5 ferner, „in der That eine solche Willkür von mir, als ich festsetzte, es solle im Minimum der Mittelunterschied (statt die *vollen Schwankungen*) die (wirklich geringeren) *mittleren Schwankungen* übertreffen. . . . . .

3) Ferner sagt der Vf. ibid.: „Es ist wahr, dass ich sehr streng verfahren bin, und dass ich einen ziemlich bedeutenden Betrag des Mittelunterschiedes in m. Regel gefordert habe . . . u. s. w.

Aus diesen Sätzen lässt sich also constatiren, dass die von R. den Aerzten mitgetheilten Regeln zur Verwerthung erhaltener Zahlen nicht absoluten, den mathematischen Wahrheiten zukommenden Werth besitzen sollen, sondern *das* Maass der Wahrscheinlichkeit richtig bezeichnen, welches R. an aus Zahlenreihen zu ziehenden Resultaten anlegt. Ich bin nun selbst der Ansicht, dass alles nach den Regeln des Herrn R. Gemessene einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen darf. Indessen wird es auch vieles sehr Wahrscheinliche geben, was jenen Regeln nicht völlig entspricht. —

Die Kritik R's. (Anmerkung S. 6) über einen von mir gebrauchten Vergleich, um die häufig bestehende bürgerliche Wahrscheinlichkeit gegenüber seinen aufgestellten Regeln zu veranschaulichen, verliert im Anschluss hieran sofort ihre Spitze, wenn die 3 vorletzten Zeilen weggenommen werden, in denen von zufälligen Conjuncturen die Rede ist, welche ich in meinem Vergleiche mit „durch eine *bekannte* Abänderung alterirte Geschäftsführung" bezeichnete, so dass von *zufälligen* Conjuncturen, welche ein Kaufmann auch gewiss erkannt haben würde, nicht die Rede ist. Freilich wäre der Mann in meinem Vergleiche ein Kaufmann. Bei Verwerthung *unserer Zahlen* wünsche ich aber auch Physiologen. Herr R. mag allerdings ein vortrefflicher Physiologe, wenn auch nur als Dilettant sein. Was hindert uns, dies von vorn herein anzunehmen! Aber seine bei seiner Regelcomposition aufgestellten Hypothesen sind und bleiben physiol. unerwiesen. Z. B. sind die Annahmen von „Perioden" in unsern Ausscheidungen, wo sich also innerhalb unbestimmter Zeiträume die Quantitäten derselben auf-

steigend und absteigend, in gewisser Symmetrie unterscheiden sollen, wo ferner „Störungen sämmtlich oder mit grossem Uebergewicht nach derselben Richtung hinwirken", oder in 2 verglichenen Reihen in entgegengesetzter Richtung ausschlagen", Annahmen, welche meines Wissens in der Natur nicht beobachtet worden sind. Wir sehen Minima und Maxima der Ausscheidungen, beim Harn z. B., auftreten und zwar in unmittelbar aufeinander folgenden Tagen; ebenso gleichmässige Quantitäten, ohne dass irgend Regelmässigkeit dabei hätte beobachtet werden können. Dies alles weiss Herr R., als Physiolog, und doch giebt derselbe als Mathematiker bei Begründung seiner Regeln diese nicht auf Beobachtung beruhende Motivirung.

Noch bemerke ich, dass meine Ansicht, wie man Zahlenresultate aus unsern Reihen gewinnen könne doch wohl von R. nicht richtig bezeichnet wird (S. 5). „D. L. z. B. hält sich schon von der Mitwirkung des Agens überzeugt, wenn der Unterschied grösser ist, als die mittlere Schwankung einer einzigen der beiden Reihen (wenigstens kommt seine Meinung nahezu darauf hinaus"). Ich will aber gar nicht die *Mittel-Unterschiede* vergleichen, sondern einer möglichst vollständigen Reihe eine unvollständige entgegenstellen. In dieser unvollständigen sollen die Mehrzahl der *einzelnen Grössen* selbst, nicht das Mittel ausserhalb $M \pm \mu$ liegen, wenn der Schluss gerechtfertigt sein soll.

Ich bitte ferner noch zu constatiren, was Herrn B. gegenüber nützlich ist, dass die mit R's. Angaben nicht congruirenden Zahlenresultate „unter der Rubrik *wahrscheinlich,* aber noch nicht genügend gesichert" aufbewahrt werden dürfen.

Prof. R. ist der Lehrer, Hr. Dr. B. der Lernende in der Mathematik. Es geschieht nicht selten, dass Letztere in ihren Behauptungen weiter gehen und mehr wagen, als ihre Meister. So ging es auch Herrn Dr. B. In seiner ersten, in dieser Zeitschr. (Bd. VI) publicirten Kritik meiner Sitzbadearbeit, sagt er z. B. (S. 73):

Er könne mit Ausnahme meiner Schlüsse über Verhalten des Pulses und des Körpergewichtes meinen übrigen Schlussfolgerungen

nicht beitreten. „Auch die Gründe habe ich angegeben. Sie sind *unwandelbaren mathematischen*, von R. lichtvoll entwickelten Gesetzen entnommen. Will L. diese nicht anerkennen, so muss er andere Gesetze der Wahrscheinlichkeit mathematisch begründen und die bestehenden widerlegen. . . . . Wenn L. weniger strenge Anforderungen an die Verwerthung der Zahlen stellt, als ich, so kann ich nichts dagegen machen.“ Aehnlich spricht sich Hr. B. an verschiedenen Stellen seiner Arbeit aus (z. B. Bd. VII. S. 11).

Herr B. wird aber zugeben müssen, dass die Ansichten R's, wie er selbst in seinem dankenswerthen Aufsatze sagt, ein willkürliches Element enthielten, wodurch die Grenzen der Wahrscheinlichkeit so eng gesteckt wurden, dass Andere so gut, wie ich, gerechten Anstoss daran nahmen. R. räumt dies heute selbst ein und nimmt eine „bedingte Brauchbarkeit“ von Zahlenresultaten an, wenn $M - M_1$ grösser ist als $\frac{\mu + \mu_1}{2}$.

Hieraus möge Herr B. erkennen, dass, wenn auch die mathematischen Gesetze unwandelbar, doch die Ansichten eines Mathematikers es nicht zu sein brauchen. Mit der nun gemachten Concession (Oesterlen's Zeitschr. f. Hyg. ewd. Statist. u. Sanitätsp. 1859, Bd. 1, 92—95) sind die Resultate meiner Sitzbadearbeit überall auch nach R's. Ansicht *wenigstens* „bedingt brauchbar.“

Da Erlenmeier's Versuche ähnliche Resultate, wie die meinigen ergaben, so möchte damit die Bestätigung der bei mir noch nicht genügend wahrscheinlichen Daten gemacht worden sein. —

Die Lampe'schen *Zahlen sind durchaus, soweit sie die Uringrössen betreffen, eine Bestätigung meiner eigenen.* Ich behaupte die Urinvermehrung bei mir nach einem Sitzbade für etwa eine Stunde nachher. Bei Lampe sind *alle Zahlen der Urinmenge* während der ersten 2 Morgenstunden nach dem Sitzbade *grösser*, als die betreffenden ohne das Sitzbad. Dabei ist allerdings die *kleinste* Sitzbadurinmenge 536 CCtm. = der *grössten* Normalurinmenge 560 CCtm. gesetzt worden, eine Vernachlässigung, welche bei Quantitäten, wie die hier uns interessirenden, erlaubt sein dürfte.

Ich frage nun nochmals, ob hier nicht mit grosser Wahrschein-

lichkeit eine Vermehrung beim Sitzbade stattfand. — Ich fühle mich berechtigt, die Lampe'schen Zahlen für Harnmengen als eine Bestätigung meiner Resultate zu betrachten, und folglich *auch nach* R.'scher *Ansicht* die früher nur „bedingte" Brauchbarkeit meiner Resultate fortan ohne dieses epitheton ornans aufzuführen. —

Die B'schen Zahlenreihen selbst entsprechen trotz der von B. corrigirten *einen* Ausstellung von mir doch durch *den* Umstand den R'schen Anforderungen nicht, dass die einzelnen Zahlen um viel mehr als 10 pCt. des arithm. Mittels sich unterscheiden.

Gelegentlich dieser Correctur bin ich veranlasst, Herrn B. auch mit einer, wenn auch vielleicht nicht so wichtigen auf dem physiologischen Gebiete zu dienen. Ich habe nämlich monirt, dass Herr B. bei seinen Versuchen während der Sitzbadereihe grössere Körperbewegungen machte und diese Tage nicht lieber des Bewegungseinflusses wegen ausschied. Darauf lese ich nun seine Entgegnung also:

„Dass ich die beiden Versuche, in welchen ich mir stärkere Bewegungen nach dem Sitzbade machte, nicht ausgeschieden habe, beruht darauf, dass wir, nach den bisherigen, wenn auch nicht entscheidenden Versuchen, Ursache haben, eine die Ausscheidungen vermehrende Wirkung der stärkeren Körperbewegung anzunehmen" u. s. w. B. sagt also, dass er nur zu meinen Gunsten gewissermassen die stärkere Bewegung in der Sitzbadereihe habe einwirken lassen, da die Ausscheidung ja noch grösser als sonst, also *für* die Richtung und den Sinn meiner Schlüsse günstig einwirken musste.

Nun kann zwar Niemand fordern, dass Herr B. des Dr. Speck und meine Arbeiten über Einfluss der ermüdenden Körperbewegung (Arch. d. V. f. gem. Arb. Bd. IV. H. 4) hätte lesen sollen, da dieselben zur Zeit, als Herr B. dieses schrieb, wahrscheinlich noch nicht publicirt waren. Indessen lieset man in den meisten Handbüchern der Physiologie, so wie in Lehmann's Handbuch der physiol. Chemie (II, 404), dass Körperbewegung gerade die Menge des in 24 Stunden auszuscheidenden Urines *vermindert.*

Meine Erfahrung bestätigt wenigstens, dass nicht einmal Vermehrung, wohl aber häufig Verminderung der Urinmenge nach starker Bewegung constatirt werden konnte. — Bei Speck trat constant

Urinverminderung ein. — Auch die Vermehrung des Harnstoffs etc. im Urin nach starker Bewegung war nicht *jedesmal* vorhanden, wohl aber bei mir auffallend geringe Quantitäten. Chlornatrium war nicht selten im Urin *vermindert*.

Also dürfte es *doch* wünschenswerth gewesen sein, die zwei Versuchstage von den übrigen schon der Urinmenge wegen zu scheiden. —

Ich muss ferner meine Behauptung, dass die B'schen Zahlen mit den meinigen nicht vergleichbar seien, noch aus folgendem, neuen Grunde aufrecht erhalten.

Nehme Herr B. einen Augenblick mit mir willkürlich an, dass ein Sitzbad die Urinmengen constant um 50 CC. für die erste Stunde nach dem Bade vermehre. Wenn bei vollständiger Inanitiation und bei stündlicher Harnmengenbestimmung diese Vermehrung sehr deutlich wahrnehmbar sein wird — wie z. B. bei mir, wo ohne Sitzbad stündlich nicht weniger als 23, nicht mehr als 67 CC. Urin entleert worden ist — so wird diese Vermehrung auf das Leichteste unbemerkt bleiben, wenn durch reichliches Getränk (1000 CC.) die Harnmengen beträchtlich ausfallen und obendrein nicht stündlich, sondern 3stündlich bestimmt worden sind. Bei B. fallen die Normalharnmengen zwischen 260 und 700. Wie sollte bei solchen Quantitäten mit so beträchtlicher Schwankung selbst eine constante Vermehrung von 50 CC. bemerklich sein. Schüttet man eine Flasche Wein in einen Brunnen, so wird das Wasser diese Vermehrung nicht verrathen, wohl aber, wenn man sie in ein Waschbecken gösse. — Bei Lampe ist doch wenigstens die 2stündige Urinquantität angegeben worden; und in diesen Angaben liegt das den meinigen durchaus analoge Resultat. —

Was die Harnstoff- und Chlornatrium-Mengen betrifft, so wüsste ich nichts Neues für deren Vermehrung hinzuzufügen und halte ich dieselbe für meine Person genügend bewiesen. Selbst nach der R'schen strengen Ansicht würden meine für Harnstoff erhaltenen Zahlen (Arch. d. V. IV. 1) eine Vermehrung nahezu beweisen, da die Mitteldifferenz 3,3, die Schwankungs*summe* in beiden Reihen 3,77, also nur wenig höher ist. — Dass auch in solch einem Falle Prof. R. bei Boecker'schen Zahlen gnädig verfuhr, darüber vergleiche man Wunderl. Arch. a. a. O. 1858, II, 2, S. 193 (Kaligehalt bei Sassaparilla von

Boecker, in welchem Falle *auch* die Mitteldifferenz nicht genau so gross ist, als die Schwankungssumme, und Herr R. doch den Schluss gelten lässt) ferner ibid. S. 194 (Zucker), woselbst die Rechnung nur nach willkürlicher Ausschliessung der hohen Ziffer 27,8 in der Zuckerreihe stimmt. Auch dafür, dass Prof. R. bei B's. Zahlen weiter auseinander liegende Versuchstage ebenfalls für seine Ausrechnung gelten lässt, finden sich Beispiele: ibid. S. 194 und 195.

Indessen hat ja Prof. R. neuerdings concedirt, dass, wenn die Schwankungssumme, durch 2 dividirt, von der Mitteldifferenz übertroffen werde, bedingungsweise ein Schluss berechtigt sei. Dividire ich 3,77 durch 2, so ist der Quotient 1,885 und meine Mitteldifferenz liegt nahezu doppelt so hoch.

Bevor ich schliesse, möchte ich die Leser noch bitten, von folgenden Aeusserungen des Herrn B. Akt zu nehmen:

„Allein, was wird höchstens dadurch bewiesen oder wahrscheinlich gemacht? Offenb. nicht, dass d. Sitzb. d. Ausscheidungen vermehre, sondern wahrscheinl. nur eine vollständ. Entleerung des in d. Blase schon befindl., ausgeschied. Urins bewirkt."

2) „Kein Mensch wird behaupten, dass L. in s. Vers. f. Sitzb. nicht mehr Urin ausgeschieden habe, als ohne dasselbe; allein er bleibt den Beweis schuldig, *dass diese Mehrausgabe dem Sitzbade zugeschrieben werden müsse.*"

Also, hier haben wir nun unsere Differenz! Anfänglich unserer Disputation musste ich meinen, Herr B. fände keine Urinvermehrung bei mir nach Sitzbädern. Jetzt findet er eine solche wohl, indessen soll ich beweisen, dass die Sitzbäder die Vermehrung herbeigeführt haben. Das heisst doch die Sache von einem andern Ende anfassen! Ueber Erklärungen für Thatsachen kann man streiten, wenn nur erst die letzteren unbestritten sind. Stehe ich hier nicht ganz da, wo jeder Naturforscher steht, der abgeänderte Bedingungen in erkennbaren Wirkungen mit anderen, bekannten Bedingungen und ihren Wirkungen vergleicht? Er setzt die abgeänderte Wirkung auf Rechnung der bekannten Abänderung; und gerade so verfahre ich, verfährt auch Herr Dr. B., wenn er auf Einwirkung dieses oder jenes Agens zu schliessen sich erlaubt. Ich kann mich daher nicht genug wundern,

dass mein verehrter Freund B., zugebend, dass ich mehr Urin nach dem Sitzbade ausgeschieden habe, nun den Beweis dafür will, dass auch das Sitzbad die Ursache davon war. —

Aber versuche ich selbst diese Forderung! Denn die B'sche, die Urinvermehrung nach meinen Sitzbädern betreffende Erklärung ist gar zu wenig motivirt. Dieselbe würde noch einen Schein von Berechtigung haben, wenn ich nur *ein* Sitzbad an einem Morgen genommen hätte. Da ich aber zwei und drei Sitzbäder nahm und nach jedem eine deutliche Urinvermehrung erfolgen sah, so müsste, — die B'sche Erklärung angenommen, — nach dem ersten Sitzbade die Blase nicht vollständig, nach dem zweiten ebenfalls nicht vollständig entleert worden sein; und es bliebe auch noch fraglich, ob es das dritte Mal dem Sitzbade vollkommen gelungen wäre, dieses Organ zur gänzlichen Contraction zu bringen. — Und doch konnte in meinem 15. Versuche noch in der fünften Inanitiationsstunde nach dem zweiten Sitzbade 153 Urin erscheinen, während 67 das höchste normale Ergebniss ist. —

Mein zwölfter Versuch bekämpft geradezu die B'sche Erklärung (*a.* a. O. S. 536). Am Ende des Sitzbades, 8 h 30 m ist die Urinmenge 42,5, kleiner selbst, als die der vorhergehenden Stunde (59,7). Aber eine Stunde nach Aufhören des Sitzbades 9 h 30 m fällt die Urinmenge 90,8. —

Was ferner schlagend die B'sche Erklärung bekämpft, ist die Betrachtung des Badeurins. Sollte die B'sche Erklärung nämlich nur einigermassen wahrscheinlich klingen, so müsste der Badeurin, weil länger in der Blase verweilend, concentrirter noch, als der bereits entleerte sein oder — um das Wenigste nur zu behaupten — so müsste der länger in der Blase verweilende Urin doch ebenso concentrirt, als der früher ohne Sitzbadzwang gelassene sein. Wie aber zeigte sich der Badeurin? Derselbe war bei mir immer wasserhell, enthielt Farbstoff nur im diluirtesten Maasse, und besass schwankendes, aber immer auffallend geringes spec. Gewicht. Wie verträgt sich dies Verhalten mit der B'schen Erklärung?

Ich halte mich also berechtigt, diese B'sche Art die Sache anzuschauen, unmotivirt zu nennen und hoffe auf Herrn B's. Zustimmung.

B. bleibt noch immer bei seiner Rüge, dass meine Versuche an „zu weit von einander liegenden“ Tagen angestellt seien, würde aber wie ich ihn verstehe (S. 2) nicht tadeln, wenn solche Versuche nicht an „unmittelbar aufeinander folgenden“ Tagen angestellt worden wären. — Die Begründung dieser eigenthümlichen Forderung beruht auf einer, zunächst durch Prof. Radicke auf rein speculativem Wege auf das Erfahrungsgebiet übertragenen Theorie von „Perioden“, „kürzeren“, „längeren“ und „vollen“, innerhalb welcher die Quantitäten des Harnes sich bewegen sollen, trotzdem, so viel mir bekannt, die Physiologie bis heute davon keine Notiz hat. Schon oben Herrn Prof. R. gegenüber machte ich darauf aufmerksam und wiederhole hier dies dem Herrn B. gegenüber.

Das „willkürliche Element“, welches übrigens Herr Prof. R. so offen und gerechtfertigt seinen Lesern darlegte, tritt bei meinem verehrten Freunde B. vielleicht unbewusster Weise ebenfalls auf, so dass ich darauf aufmerksam zu machen mich veranlasst sehe. — Herr B. tadelt nämlich, dass meine Versuche an zu „weit auseinander liegenden“ Tagen angestellt worden sind, während er hinzufügt, die Abwesenheit der „unmittelbaren“ Folge, welche ihr Bedenkliches habe, nicht getadelt zu haben. — Also unmittelbar brauchen die Tage nicht zu folgen; aber welche Intervalle dürfen dazwischen liegen? Das sagt uns Herr B. nicht. Hier liegt das „willkürliche Element“ des Herrn B.! Entweder müssen die Tage, meine ich, unmittelbar auf einander folgen, oder ein paar Tage mehr oder weniger zwischen ihnen können nicht betont werden. (Meine betreffenden Sitzbadversuche liegen nämlich sämmtlich zwischen dem 15. Juli 1853 — und dem 17. Novbr. 1853, und zwar 3 im Juli, 4 im August, 3 im September, 4 im Oktober, 2 im November).

Endlich bemerke ich noch gegen eine Adnotation B's. (S. 3), dass, wenn meine die stündliche Urinquantität bei Inanitiation bezeichnenden Zahlen aus den Jahren 1853, 55 und 56 eine Abnahme, wie er meint, wirklich bezeichneten, dies *für* meine Sitzbadversuche nur um so sprechender sein würde. Denn es würde damit wahrscheinlicher, dass mein Körper wohl nicht befähigt wäre, unter Inanitiation solche Grössen Urins, wie bei den Sitzbädern erscheinen, auszuschei-

den. Die Sache würde *für* B's Ansicht, wenn auch nicht viel beweisen, so doch anzuführen sein, wenn die Zahlen ein Steigen erkennen liessen, z. B. die stündliche Urinquantität im J. 1856 sich auch nur einmal auf 90 gehoben haben würde.

Hiermit sind die wesentlichsten Punkte der B'schen Antikritik berücksichtigt. Unwesentlichere Dinge habe ich der Sache wegen gern übersehen. Ich scheide nochmals mit der Anerkennung sowohl für meinen Freund B., als auch für Herrn Prof. R., dass ihre Polemik wesentlich dazu beitragen wird, bei Verwerthung der Zahlen künftig vorsichtiger zu sein, als wir es alle vielleicht gewesen sind. Gleichzeitig aber warne ich wiederholt vor dem zu weit gehenden Skepticismus, der das Gute und Richtige ebenfalls bemängelt und annagt. Ich bin von der Wahrheit meiner Sitzbaderesultate so sehr überzeugt, dass ich es nur der Wissenschaft wegen bedauern muss, wenn irgend Jemand auf die Auctorität eines so fleissigen und strebsamen Forschers hin, wie Herr B. ist, an derselben zweifeln sollte. Schon macht die B'sche Ansicht, gleichsam als Negation der Meinigen — trotzdem dieselbe gar nicht so aufgefasst werden darf — durch die Tagesliteratur der Aerzte die Runde (Siehe d. Klin. 1859, Med. Neuigk. 19. Nov. 1859, S. 366). Möchte es den betreffenden Journalen gefallen, auch auf die meiner Ansicht zur Stütze gereichenden Gründe aufmerksam zu machen, damit unsere Angelegenheit wenigstens in suspenso bleibe! Wir dürfen ja bald B's. Inanitiationsversuche mit stündlichen Urinangaben — so wenigstens hoffe ich sein gegebenes Versprechen verstehen zu dürfen — erwarten! — — —

X.

Ueber Lösungsgemenge aus Kali-Albuminat und phosphorsauren Alkalisalzen.

Von Dr. **Alexander Rollett**,

Assistenten bei der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität (1).

Das Kali-Albuminat spielt eine wichtige Rolle in Rücksicht auf die Anschauungen, welche uns die neuere Forschung über die verschiedenen Eiweisskörper eröffnet hat.

Scherer und Lieberkühn haben zuerst an dem aus gewöhnlichem Eiweiss gewonnenen Kali-Albuminat Reactionen nachgewiesen, welche bis dahin nur den Caseinlösungen zugeschrieben wurden.

Eine Thatsache, an welche sich jetzt schon sehr merkwürdige Gegenstücke angereiht haben.

So der von Vintschgau gelieferte Nachweis der Identität von Albumin und Globulin; so wie die von Brücke in seiner Abhandlung über die Blutgerinnung beschriebene Beobachtung, dass man die ganze Masse des sonst sich freiwillig abscheidenden Fibrin aus noch flüssigem Blutplasma auch in Form des durch Hitze coagulirten Eiweisses erhalten kann.

Lieberkühn fand aber neben den vielen Uebereinstimmungen, welche sich zwischen Kali-Albuminat und Caseinlösungen zeigten, auch

---

1) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

noch einige Abweichungen und liess sich besonders durch das Verhalten des Kali-Albuminates gegen Lab bestimmen, sein Albuminat für etwas vom Casein verschiedenes zu halten.

Skrceczka hat, wie bekannt, gerade diesen letzten und wichtigsten Unterscheidungsgrund durch seine Versuche ausgetilgt.

In neuester Zeit hat jedoch F. Hoppe [1]) wieder mit vieler Genauigkeit auf einige kleine Differenzen zwischen dem Casein in der Milch und den Kali-Albuminatlösungen aufmerksam gemacht und hält es für gerathen, auf diese hin doch noch einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen beiden Substanzen anzunehmen.

Für die Beurtheilung der namentlich von dem letzteren Autor geltend gemachten Unterschiede mögen die nun folgenden Versuche einen Beitrag liefern.

Versetzt man eine Lösung von nach Lieberkühn's Vorschrift [2]) bereiteten Kali-Albuminat mit einer grösseren oder geringeren Menge einer gesättigten Lösung von gewöhnlichem phosphorsauren Kali (PO_5, 2 KO, HO) oder Natron (PO_5, 2 NaO, HO), so kann man an diesem Gemenge die folgenden Reactionen wahrnehmen.

Essigsäure, Milchsäure, dreibasische Phosphorsäure, verdünnte Salz- und Salpetersäure erzeugen, bis zu einem gewissen Grade zugesetzt, einen flockigen, im weiter zugefügten Ueberschuss der genannten Säuren leicht und vollkommen löslichen Niederschlag. Die so erhaltene saure Lösung wird durch Ferrocyankalium gefällt. Kurz Alles verhält sich gerade so, als ob man eine Lösung von Kali-Albuminat ohne die oben angeführte Beimengung untersuchen würde.

Ich bemerkte früher, dass die Säuren bis zu einem gewissen Grade unserem Gemenge zugesetzt werden müssen, um Reactionen wie die beschriebenen an demselben wahrzunehmen. Denn eine ganz andere Reihe von Erscheinungen tritt ein, wenn man jenem Gemenge sehr vorsichtig die betreffenden Säuren zusetzt.

Prüft man, während man von Zeit zu Zeit einen Tropfen verdünnter Säure mit dem Glasstabe zufliessen lässt, die Reaction jenes

---

[1]) Virchow's Archiv Bd. XVII. pag. 418.

[2]) Ueber Albumin und Casein. Poggendorff's Annalen Bd. 86. p. 118.

Gemenges mit gut bereitetem blauen Lackmuspapier, so sieht man, dass lange bevor auch nur die Spur einer bleibenden Trübung eingetreten ist, die Reaction eine saure wird, dass diese bei erneuertem Säurezusatz fortwährend zunimmt, bis endlich zuerst ein schwaches Opalisiren erscheint, welches bei weiterer Ansäuerung allmälig stärker wird, und zuletzt zu einer bleibenden Trübung und zur Ausfällung des in der Flüssigkeit enthaltenen Eiweisskörpers führt, der seinerseits wieder in dem geringsten Säureüberschuss leicht löslich ist.

In jenen Stadien, in welchen die Flüssigkeit schon lange vor der Ausfällung des Eiweisskörpers stark saure Reaction angenommen hat, bewirkt ein Zusatz von Ferrocyankalium keinerlei Fällung.

Die saure Lösung, welche man erhält, wenn man den schon ausgefällten Niederschlag durch neuen Säurezusatz wieder verschwinden macht, giebt aber, wie schon früher angemerkt wurde, mit Ferrocyankalium einen reichlichen Niederschlag.

Ich muss jetzt noch einer weiteren Eigenthümlichkeit der in Rede stehenden Lösungsgemenge erwähnen. Es kommt diese zur Beobachtung, wenn man mit der successiven Ansäuerung eines solchen Gemenges in dem Moment innehält, wo die der eigentlichen Ausfällung des Eiweisskörpers vorhergehende Opalescenz in der Flüssigkeit sich deutlich bemerkbar macht. Man kann hier begreiflicher Weise wieder zwischen niedrigeren und höheren Opalescenzgraden unterscheiden.

Hat man durch den Säurezusatz eben eine ganz geringe Opalescenz zu Wege gebracht, so kann man die Flüssigkeit bei gewöhnlicher Zimmertemperatur längere Zeit hinstellen, ohne eine Veränderung zu bemerken; erwärmt man sie dagegen im Wasserbade, so vermehrt sich die Trübung.

Hat man durch den anfänglichen Säurezusatz schon eine etwas stärkere Opalescenz hervorgebracht, so kann man auch solche Flüssigkeiten bei gewöhnlicher Zimmertemperatur bewahren, ohne weitere Veränderungen zu beobachten; so wie man sie aber erwärmt, erfolgt bei verhältnissmässig niederen Temperaturgraden, 35 oder 40 Grad C., eine bedeutende Zunahme der Trübung, und diese steigert sich bei

weiterem Erwärmen fortwährend, ohne dass es auch, wenn man bis auf 100 Grad C. erhitzt, zu einer vollständigen Ausfällung des Eiweisskörpers käme, letztere kann erst durch erneuerten Säurezusatz bewirkt werden.

Man kann nun, indem man den anfänglichen Säurezusatz vorsichtig höher und höher greift, mehr oder weniger trübe Flüssigkeiten erzeugen, deren Trübung beim ruhigen Stehen auch ohne weiteren Säurezusatz entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur, in höherem Grade aber beim Erwärmen sich vermehrt, bis man endlich bei der zur vollständigen Ausfällung des Eiweisskörpers nöthigen Säuremenge anlangt. Diese Versuche gelingen mit Milchsäure und Essigsäure besonders gut.

Ich habe sie darum so ausführlich beschrieben, weil ich das Verhalten des mit phosphorsauren Alkalien vermengten Kali-Albuminats bald für die Erklärung gewisser Erscheinungen zu verwerthen gedenke, welche man an der Milch beobachtet, während dieselbe in der sauren Gährung begriffen ist, also der Milchsäuregehalt derselben einen stetigen Zuwachs erfährt.

Man kann die mitgetheilten Versuche vielfach variiren, je nachdem man concentrirtere oder verdünntere Lösungen von Kali-Albuminat anwendet und je nachdem man diese mit mehr oder weniger des phorphorsauren Salzes mengt.

Das Wesentliche der Erscheinungen bleibt immer dasselbe; die Anwesenheit der phosphorsauren Alkalien in einer Kali-Albuminatlösung verhindert bis zu einem gewissen Grade die Fällung des in dem Albuminat vorhandenen Eiweisskörpers durch Säuren und man erhält Lackmus röthende Kali-Albuminatlösungen, welche erst auf weiteren Säurezusatz den bekannten im Säureüberschuss wieder löslichen Niederschlag absetzen.

Die Untersuchungen von Lieberkühn haben für das Kali-Albuminat die Formel $C_{72}H_{56}N_9O_{22}S_1 + KO$ ergeben [1]) und man weiss, dass beim Zusatz einer Säure diese Verbindung zerlegt wird, und dass einerseits der in Wasser unlösliche Eiweisskörper $C_{72}H_{56}N_9O_{22}S$

[1]) L. c. p. 423.

sich abscheidet, andererseits aber das Kalisalz der zur Fällung verwendeten Säure sich bildet.

Verbindungen von der Form $PO_5, 2KO, HO$ und $PO_5, 2NaO, HO$ verhindern aber, wie oben gezeigt wurde, den Fortgang dieser Zersetzung.

Es frägt sich nun, ob man den in diesem Falle eintretenden chemischen Process nach den dabei thätigen Verwandtschaftsäusserungen, sowie es in der Chemie üblich ist, schematisiren kann?

Man hat, um diese Frage zu beantworten, das Folgende in Betracht zu ziehen.

1. Man setze zu einer Kali-Albuminatlösung nur so viel Essigsäure, Milchsäure, dreibasische Phosphorsäure, verdünnte Chlorwasserstoff- oder Salpetersäure als eben hinreicht, um den in Wasser unlöslichen Eiweisskörper daraus abzuscheiden.

Tropft man nun vorsichtig eine verdünnte Lösung von phosphorsaurem Kali oder Natron zu, so löst sich der ganze Niederschlag sogleich wieder auf. Die Lösung reagirt, wenn man jeden Ueberschuss der phosphorsauren Salze vermieden hat, sauer und ist durch Blutlaugensalz nicht fällbar. Ganz ungezwungen wird man den hier stattfindenden Process durch die Annahme erklären, dass ein Atom KO oder NaO aus dem phosphorsauren Salz ausgetreten und sich mit dem Atomcomplex des fällbaren Eiweisses zu löslichem Albuminat verbunden hat, während das phosphorsaure Kali oder Natron sich unter Aufnahme von einem Atom Wasser in ein saures Salz verwandelt haben.

2. Man mische den oben angeführten freien Säuren so lange phosphorsaures Kali oder Natron zu, bis eine Probe vollkommen neutral reagirender Kali-Albuminatlösung durch einen Tropfen jener Mischung eben nicht mehr gefällt wird.

Mit diesem sauer reagirenden Gemenge kann man nun Lösungen von Kali-Albuminat in allen Verhältnissen mischen. Es entsteht weder vorübergehend, noch bleibend eine Fällung, und man erhält saure, durch gelbes Blutlaugensalz nicht fällbare Kali-Albuminatlösungen.

Kurz, Lösungen, welche sich den nach 1 dargestellten vollkommen gleich verhalten.

3. Man versetze, wie dies im Eingang zu dieser Abhandlung angegeben wurde, eine Lösung von Kali-Albuminat mit phosphorsaurem Kali oder Natron. Ein solches Gemenge nimmt bei vorsichtigem Säurezusatz saure Reaction an, ehe noch irgend eine Präcipitation erfolgt und man erhält auch hier wieder saure, durch Blutlaugensalz nicht fällbare Kali-Albuminat enthaltende Lösungen.

Ob nun in diesem Falle das Kali-Albuminat durch die Säure zerlegt wird, das ausgefällte Eiweiss sich aber sogleich wieder in dem vorhandenen phosphorsauren Salze auflöst, oder ob sich zuerst aus diesem letzteren und der zugesetzten Säure das in 2. beschriebene das Kali-Albuminat nicht fällende Gemenge herstellt, oder ob beide Processe neben einander hergehen, sind bis jetzt unentscheidbare Fragen. Es ist sogar denkbar, dass der Process für verschiedene Säuren ein verschiedener ist.

Diese Auseinandersetzung wurde hier gegeben, weil sich wohl in unserem Falle bessere Anhaltspunkte bieten, für die Erklärung der Veränderungen, welche die Zumischung von Salzen in den Reactionen einer Kali-Albuminatlösung hervorbringt, als dies z. B. der Fall ist für die Veränderungen, die in den Reactionen einer Eiweisslösung nach Zumischung von Chloralkalien und anderen Salzen hervortreten [1]).

Ich gehe nun zur Anwendung der an unserem Lösungsgemenge gemachten Erfahrungen über. An einer mit phosphorsauren Alkalien gemengten Kali-Albuminatlösung lässt sich fast alles das wahrnehmen, was Lieberkühn und F. Hoppe, als dem Casein in der Milch eigenthümlich, beschreiben.

Ich werde die betreffenden Stellen aus Lieberkühn's und F. Hoppe's Abhandlungen hier anführen; die Uebereinstimmungen mit den früher beschriebenen Reactionen eines Lösungsgemenges aus Kali-Albuminat und phosphorsauren Alkalisalzen werden sich von selbst ergeben.

---

[1]) Melsens, Journal für praktische Chemie, Bd. 54. p. 390 und Panum, Virchow's Archiv, Bd. II.

Aus der ersteren Schrift nur das Folgende [1]): „Lehmann führt an, dass Essigsäure in der Milch der Kühe sowohl als anderer Thiere nicht selten eine geringe Fällung bewirke, ein eigentliches Coagulum sich aber erst beim Kochen ausscheide. Bei den Untersuchungen der Kuhmilch ist mir diese Erscheinung bis jetzt nicht vorgekommen, nur so viel steht fest, dass das Caseinkali bei Zusatz von Essigsäure oder Milchsäure in nicht zu grossem Ueberschuss durch Erhitzen gerinnt, und dass die frische Milch, wenn sie durch wenig Essigsäure nur theilweise coagulirt, stets einen stärkeren Niederschlag absetzt, wenn man sie zugleich kocht; wurde sie nicht gekocht, sondern von Neuem Essigsäure in genügender Menge hinzugefügt, so gerann sie auch dann vollständiger.“ Lieberkühn glaubt das letztere Verhalten nur von einer nicht an Alkali gebundenen Modification des Caseins herleiten zu können, da das an Alkali gebundene sich im Ueberschuss der Säure sogleich wieder auflöst.

Bei F. Hoppe heisst es [2]): „Obwohl die Aehnlichkeit des Casein und Alkali-Albuminates allerdings sehr bedeutend ist und alle bis jetzt für das Casein allein angegebenen Reactionen auch dem Alkali-Albuminat zukommen, so scheint doch ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen beiden Stoffen noch zu bestehen. Es ist kein seltener Fall, wie Schlossberger's Untersuchungen gezeigt haben, dass die ganz frisch von gesunden Kühen gemolkene Milch schwach, aber doch deutlich sauer reagirt, und bei der von mir untersuchten Milch war dies fast ohne Ausnahme der Fall, unmöglich könnte nun in einer solchen sauren Milch, deren freie Säure keine Kohlensäure ist, Alkali-Albuminat existiren, und es müsste für diese Fälle angenommen werden, dass die freie Säure selbst das Albumin in Lösung erhielte; aber auch dies ist nicht möglich. Lässt man alkalisch gemolkene Milch einige Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so wird sie neutral, endlich schwach sauer, ohne dass sich weder spontan noch beim Kochen der Milch in neutraler oder beim Beginn der sauren Reaction ein Niederschlag bildete, erst bei weiterer Zu-

---

[1]) L. c. p. 305.

[2]) L. c. p. 418.

nahme des Säuregrades treten derartige Niederschläge ein. Wird eine Lösung von Kali-Albuminat aber vorsichtig neutralisirt, so tritt stets ein Niederschlag ein, der erst bei reichlicherem Zusatz einer Säure sich wieder auflöst. So unbedeutend dieser Unterschied beider Stoffe zu sein scheint, so ist er doch hinreichend, um die alte Trennung derselben aufrecht zu erhalten."

F. Hoppe's Folgerungen musste man als richtig anerkennen, so lange man eben nicht wusste, dass die Reactionen einer Kali-Albuminatlösung durch Zumengung von phosphorsauren Alkalisalzen so verändert werden können, dass sie mit den Reactionen des Casein in der Milch wieder vollkommen übereinstimmen.

Wollte man künftig eine Trennung beider Substanzen auf Hoppe's Gründe hin aufrecht erhalten, so müsste erst nachgewiesen werden, dass sich eine vollkommen reine Caseinlösung in der von jenem Autor beschriebenen Weise von einer reinen Lösung von Kali-Albuminat unterscheidet.

Das Casein, wie es in der Milch vorhanden ist, findet sich gemengt mit den Salzen der Milch und ist aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem Kali-Albuminat in unserem Lösungsgemenge zu vergleichen.

Nach directen Bestimmungen beziffert sich für die Frauenmilchasche nach Wildenstein [1]) der Procentgehalt an Phosphorsäure auf 19.11, an Kalium auf 31.59, an Natrium auf 4.21; für die Kuhmilchasche nach R. Weber an Phosphorsäure auf 29.13, an Kalium auf 24.71, an Natrium auf 6.38.

Es lässt sich aber gar kein Grund gegen die Annahme anführen, dass in der Milch bestimmte Antheile jener Säure und bestimmte Antheile der Oxyde des Kalium und Natrium zu jenen Salzen mit einander verbunden waren, welche gerade den im Eingange beschriebenen, verändernd wirkenden Einfluss auf die Reactionen einer Kali-Albuminatlösung ausüben.

Ich hätte die Frage über die Gegenwart phosphorsaurer Alkalien in der Milch nicht weiter erörtert, denn es ist eine bekannte Sache,

[1]) Journal für praktische Chemie Bd. 58. p. 30.

dass, wenn in einer Flüssigkeit einmal mehrere an Säuren und Basen verschiedene Salze aufgelöst sind, man bis jetzt nicht im Stande ist, die der Wirklichkeit entsprechende Zusammensetzung mit Sicherheit zu ermitteln.

Directe Analysen ergeben aber für die Milch an Säuren: Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor und Spuren von Kieselsäure; an Basen: Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd.

Zu welchen Salzen man die Säuren und Basen auf einander berechnet, ist in hohem Grade von der Willkür des Chemikers abhängig.

Dass ich dennoch bei diesem Gegenstande verweile, geschieht, weil ich bei Haidlen [1]) die Angabe finde, es sei in der Milch keine Phosphorsäure an Alkalien gebunden, da die alkalischen Erden hinreichen, um die gefundene Phosphorsäure gerade zu sättigen, und weil Scherer in dem Artikel „Milch" in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie [2]) es als gegensätzlich anführt, dass Haidlen nur phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Magnesia und phosphorsaures Eisenoxyd, Chlorkalium, Chlornatrium und Natron als Mineralbestandtheile der Milch angiebt, während Berzelius auch noch phosphorsaures Kali und Natron, sowie freien Kalk und Talk gefunden hätte.

Das Lehrreichste, was über die mineralischen Bestandtheile organischer Körper vorliegt, ist eine Reihe von Abhandlungen H. Rose's [3]) und einiger seiner Schüler.

Aus denselben geht aber klar hervor, dass wir noch weit davon entfernt sind, uns über die Art und Weise, wie die Aschenbestandtheile organischer Körper ursprünglich in diesen vorhanden waren, eine klare Vorstellung zu machen, ja dass wir sogar nur bei ganz besonders sorgfältigen Methoden der Aschenbereitung und Analyse die Gewähr haben, alle mineralischen Bestandtheile ungeschmälert aus den organischen Substanzen zu erhalten.

---

[1]) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. 45.

[2]) Bd. II.

[3]) Poggendorff's Annal. Bd. 70. p. 449, Bd. 76, p. 305, Bd. 79, p. 398, Bd. 80, p. 108, Bd. 81, p. 91 und 402.

Gerade in einer dieser Abhandlungen, die das grösste Zutrauen verdienen, finde ich über die von R. Weber ausgeführte Aschenanalyse der Kuhmilch Folgendes verzeichnet [1]):

„Die Milch wurde, ohne vorher abgerahmt zu werden, bei gelinder Temperatur abgedampft und die trockene Masse verkohlt. Der dritte Theil der verkohlten Masse von 15 Quart Milch wurde zur Untersuchung angewandt.

Wässriger Auszug.

Das Auswaschen der verkohlten Masse erforderte eine ausserordentlich lange Zeit und eine unglaubliche Menge Wasser, bis die abfiltrirte Flüssigkeit auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr hinterliess und durch salpetersaures Silberoxyd nicht mehr getrübt wurde.

Die erhaltenen Flüssigkeiten zur Trockne abgedampft, gaben einen Rückstand von 7.125 Gramm. Dieser war folgendermaassen zusammengesetzt:

Chlorkalium	41.42
Chlornatrium	13.85
Kali	29.66
Phosphorsäure	7.25
Schwefelsäure	0.17
Kohlensäure	7.27
	99.62

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Bei Behandlung der durch Wasser ausgelaugten Masse mit Chlorwasserstoffsäure konnte keine Entwicklung von Kohlensäure wahrgenommen werden. Die Bestandtheile im sauren Auszuge waren folgende:

[1]) Poggendorff's Annal. Bd. 76, p. 390 und 391.

Kali	6.29
Natron	12.19
Kalkerde	36.70
Magnesia	3.26
Eisenoxyd	0.30
Phosphorsäure	41.26
	100.00

Die Chlorwasserstoffsäure hatte also nur phosphorsaure Salze aufgelöst.“ [1]).

Nach dieser letzten Beobachtung erscheint aber die Annahme phosphorsaurer Alkalien in der Milch nicht mehr ganz so willkürlich als die Behauptung, es seien keine solchen in derselben enthalten.

Ich werde jetzt noch einen Einwurf, der gegen meine Darlegung gemacht werden könnte, näher beleuchten.

F. Hoppe hat in seiner schon angezogenen Arbeit [2]) über die Milch zu beweisen gesucht, dass die saure Reaction frischer, noch ungeronnener Milch von freier Milchsäure herrührt.

Er nimmt damit die ältere Ansicht von Berzelius gegen eine Behauptung Lehmann's in Schutz. Der Letztere hatte nämlich die Ansicht ausgesprochen, dass die saure Reaction gesunder Milch in vielen Fällen von saurem phosphorsauren Natron herrühren möge.

Hoppe [3]) versetzte 400 Kubik-Centim. frischer Milch mit überschüssigem Alkohol, rührte durcheinander und filtrirte. Das Filtrat wurde auf dem Wasserbade bei mässiger Wärme auf ein kleines Volum verdunstet, der Rückstand mit Aether unter häufigem Umschütteln stehen gelassen, das reine Aetherextract wurde abgegossen, der Aether verdunstet und der saure Rückstand untersucht.

Es fand sich Milchsäure, aber keine Phosphorsäure darin vor. Man könnte nun in Zweifel ziehen, dass in dieser Beziehung zwischen der frischen sauer reagirenden Milch und unserem Lösungsgemenge

---

[1]) Es folgt dann noch die Analyse der durch Verbrennung der Kohle erhaltenen Asche.

[2]) S. 432.

[3]) L. c. p. 433.

wenn dasselbe eben durch Zusatz einer Säure noch vor dem Erscheinen eines Niederschlages sauer geworden ist, eine Uebereinstimmung besteht.

Theoretisch lässt sich die Frage, ob die Milchsäure frei oder gebunden in der frischen Milch enthalten sei, eben so wenig bejahend als verneinend beantworten, da wir eben keine ausreichende Theorie der Verwandtschaftserscheinungen besitzen.

Ich werde aber zeigen, dass man auf dem Wege des Versuches für unser angesäuertes Lösungsgemenge zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt, wie sie Hoppe für die frische sauer reagirende Milch erhalten hat, aus welchen er aber folgern zu müssen glaubt, dass freie Milchsäure die saure Reaction der frischen Milch bedinge.

Ich mischte einer Quantität mässig concentrirter Milchsäure so lange phosphorsaures Natron zu, bis eine vollkommen neutral reagirende Kali-Albuminatlösung durch das so erhaltene saure Gemenge nicht mehr gefällt wurde.

Nun fügte ich zu dieser Mischung starken Alkohol im Ueberschuss, es entstand eine milchige Trübung, indem sich dickflüssige Tropfen abschieden [1]), welche sich nach einiger Zeit auf den Boden und die Wände des Gefässes niederschlugen. Die alkoholische Flüssigkeit wurde jetzt in ein Filter abgegossen. Das erhaltene Filtrat wurde auf dem Wasserbade zu einem kleinen Volum verdunstet. Der Rückstand reagirte stark sauer, er wurde mit Aether übergossen und unter häufigem Umschütteln durch 24 Stunden stehen gelassen, die ätherische Lösung rein abgegossen und der nach Verdunsten des Aethers erhaltene saure Rückstand auf Milch- und Phosphorsäure untersucht.

Wurde eine Portion davon mit etwas kohlensaurem Zinkoxyd gemischt in einem Uhrglase über der Weingeistlampe erwärmt, so entstand ein Aufbrausen, das kohlensaure Zinkoxyd löste sich dabei auf, und beim weiteren Eindunsten schieden sich Krystalle aus, welche unter dem Mikroskop die Form des milchsauren Zinkoxydes deutlich

---

[1]) Siehe Aehnliches auch bei Graham-Otto: Ausführliches Lehrbuch der Chemie. 3. Aufl., Bd. II, Abtheil. 2, p. 231.

erkennen liessen. Mit kohlensaurem Kalk gab die saure Flüssigkeit ebenfalls ein Aufbrausen und es schieden sich Krystalle, welche mit milchsaurem Kalk übereinstimmten, ab. Die eine der in unserer Mischung vorhandenen Säuren war also im Aetherextract ganz unzweifelhaft enthalten.

Die Prüfung auf Phosphorsäure ergab aber ein entgegengesetztes Resultat, weder konnte phosphorsaure Ammoniak-Magnesia daraus in bemerklicher Menge abgeschieden werden, noch auch phosphorsaure Molybdänsäure-Ammon [1]), obwohl ich meine dazu verwendeten Reagentien so empfindlich machte, dass ich selbst in den äussersten Verdünnungsgraden phosphorsaurer Salzlösungen die Phosphorsäure noch deutlich erkennen konnte.

Ich habe den beschriebenen Versuch einige Male und immer mit demselben Erfolg wiederholt.

In Hoppe's Fall und in dem von mir mitgetheilten haben dieselben Proceduren zu demselben Resultate geführt.

Es findet also auch in dieser Beziehung eine Uebereinstimmung zwischen der frischen sauer reagirenden Milch und unserem Lösungsgemenge Statt.

Zum Schlusse muss ich noch anführen, dass auch der im Wasserextract der Pferdesehnen enthaltene, durch Säuren fällbare Eiweisskörper ein dem Kali-Albuminat in unserem Lösungsgemenge entsprechendes Verhalten zeigt.

Ich versprach schon in meiner Abhandlung über die Eiweisskörper des Bindegewebes [2]) auf eine Reihe von Erscheinungen zurückzukommen, welche das Wasserextract der Sehnen beim vorsichtigen Ansäuern darbietet. Es sind dies eben keine anderen als die, welche unser Lösungsgemenge beim vorsichtigen Ansäuern ebenfalls darbietet.

---

[1]) Im letzteren Falle entstand eine kaum merkliche Trübung, welche sich aber nicht auf die charakteristischen gelben krystallinischen Körnchen zurückführen liess.

[2]) Vgl. diese Untersuchungen Bd. VII, S. 190 und folg.

XI.

Beiträge zur näheren Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystems.

Von **Ludwig Mauthner** [1]).

Gerlach's Karmin-Infiltration, deren ich mich bei meinen Untersuchungen über das Central-Nervensystem, namentlich das der Fische [2]) bediene, verschaffte mir über die Elemente des Nervensystems, die Ganglienkugel und die Nervenfaser, neue und interessante Aufschlüsse.

Gerlach [3]) und Stilling [4]) haben über die Einwirkung des Farbstoffes auf Nervenfaser und Ganglienkugel ausführlichere, aber zum Theile widersprechende Angaben gemacht. Während Gerlach fand, dass von den Theilen der Nervenzelle das Kernkörperchen am intensivsten, nach ihm der Kern und am wenigsten das Zellenparenchym gefärbt wird, überzeugte sich Stilling, dass solche Färbungsdiffe-

---

[1]) Vorläufige Mittheilung des Herrn Verfassers aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften.

[2]) S. Lud. Mauthner, Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes der Fische, Sitzungsberichte der kais. Akademie, 7. Jänner 1859.

[3]) Mikroskopische Studien 1858.

[4]) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes, 5. Lfg. 1859.

renzen zwischen den einzelnen Bestandtheilen der Zelle nicht existiren, ja dass Kern und Kernkörperchen sogar ungefärbt bleiben können, während sich der Inhalt gefärbt zeigt. Gerlach giebt an, dass der Axencylinder der Nervenfasern nur sehr wenig vom Farbstoffe alterirt wird; Stilling erklärt, dass derselbe tiefroth gefärbt werde. Gerlach sagt, dass die Färbung der Zellenfortsätze von der Zelle aus fortschreite; Stilling leugnet es. Gerlach giebt an, dass langes Erhärten der Nerventheile in Chromsäure die Aufnahmsfähigkeit für Farbstoff mindert; Stilling konnte dies nicht finden.

In den beiden letzten Punkten, nämlich dass die Färbung der Zellenfortsätze von der Zelle aus fortschreite, und dass langes Erhärten in Chromsäure die Empfänglichkeit für die Aufnahme des Farbstoffes herabsetze, muss ich mit Gerlach übereinstimmen. Im Hinblick auf die verschiedenen Angaben der beiden genannten Forscher über die Färbung der einzelnen Bestandtheile der Nerven-Elemente ist zu bemerken, dass sich diese, zum Theile wenigstens, daraus erklären lassen, dass Gerlach und Stilling verschiedene Arten von Ganglienkugeln und verschiedene Nervenfasern untersucht haben, und beide den Fehler begingen, ihre an bestimmten Ganglienkugeln und Nervenfasern gewonnenen Resultate zu verallgemeinern. Nach meinen hier vorliegenden Untersuchungen nämlich kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sich verschiedene, bestimmte Ganglienkugeln gegen Karmin in einer verschiedenen und bestimmten Weise verhalten, und dass auch die Einwirkung des Farbstoffes auf die Theile der Nervenfaser nicht bei allen Nervenfasern eine gleiche ist.

Was zunächst die Ganglienkugeln anlangt, so giebt es nach meinen Erfahrungen:

Erstens solche Ganglienkugeln, deren Inhalt, Kern und Kernkörperchen gefärbt wird, und zwar so, dass die Färbung des ersteren am intensivsten, die des letzteren am schwächsten ist (Gerlach).

Es kann ferner Inhalt, Kern und Kernkörperchen gefärbt sein, und zwar der Inhalt intensiver als der Kern, das Kernkörperchen tiefer als der Inhalt.

Es kann weiter der Kern ungefärbt sein, Inhalt und Kernkörperchen gefärbt, letzteres tiefer als ersterer.

Es kann endlich der Inhalt der Zelle gänzlich ungefärbt sein bei gefärbten Kerngebilden.

Dieses constante verschiedene Verhalten der einzelnen Bestandtheile verschiedener Nervenzellen gegen Karmin führt zur Aufstellung einer auf sicherer Basis ruhenden Differential-Diagnose der Ganglienkugeln.

Die bisherigen Eintheilungen der Ganglienkugeln nach ihrer Form (in runde, spindelförmige, sternförmige), in Rücksicht auf ihre Fortsätze (in selbstständige und in solche mit blassen Fortsätzen, wie sie Kölliker noch 1859 giebt [1]), nach ihrer Grösse (in motorische, Empfindungs- und sympathische Zellen (Jacubowitsch) [2]), nach der Anwesenheit oder Abwesenheit der Scheiden, nach deren Beschaffenheit (M. Schultze) [3]), nach ihrer Pigmentirung u. s. f. sind einerseits an und für sich nicht hinlänglich begründet, besitzen aber andererseits deshalb keinen allzugrossen Werth, weil sie auf die Beschaffenheit der wesentlichen Bestandtheile der Nervenzelle, des Inhalts, Kernes und Kernkörperchens keine Rücksicht nehmen. Nur jene Eintheilung der Nervenzellen kann sich voraussichtlich eine dauernde Berechtigung verschaffen, welche sich auf die verschiedenen Eigenschaften eben der einzelnen wesentlichen Bestandtheile der Zelle stützt, vorausgesetzt, dass zwischen verschiedenen Nervenzellen wirklich in dieser Hinsicht auffallende und constante Differenzen existiren. Das Medium, durch dessen Hülfe diese Verschiedenheiten hervortreten, ist das karminsaure Ammoniak.

Um auf die Färbung der Nerven-Elemente eine Differentialdiagnose derselben zu stützen, war es vor allem nöthig, das centrale und periphere Nervensystem eines und desselben Thieres zu durchforschen. Ich habe deshalb das Nervensystem des *Hechtes* in dieser Hinsicht untersucht, ausserdem noch die peripheren Ganglien des Kalbes, Kaninchens, der Taube, des Frosches, der Schildkröte, der Forelle auf Karmin-Präparaten studirt.

---

[1]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 1859, pag. 95 u. 281.

[2]) Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirnes und Rückenmarkes, 1857, pag. 2.

[3]) Observationes de retinae structura penitiori, 1859, pag. 22.

Im Central-Nervensysteme des Hechtes kenne ich *vier wesentlich von einander verschiedene Arten von Nervenzellen,* welche sich durch ihr Vorkommen an bestimmten Stellen und durch ihr verschiedenartiges Verhalten gegen Karmin auszeichnen.

Es kommen 1) Nervenzellen vor, welche sich gegen Karmin so verhalten, *dass sich Inhalt, Kern und Kernkörperchen färben, und zwar so, dass das Kernkörperchen am intensivsten gefärbt erscheint, während sich der Kern weniger intensiv, und der Inhalt am schwächsten färbt.* Der Kern dieser Zellen erscheint nicht als eine Blase mit eingeschlossenem Inhalte, sondern als ein dicht gefügtes Gebilde.

Diese Zellen finden sich *nur in den Vorderhörnern des Rückenmarkes,* so wie in den Fortsetzungen derselben in die *medulla oblongata* und in dem Hirnstamm.

2) Ganglienkugeln, deren sämmtlich gefärbte Bestandtheile in Bezug auf ihre Färbungsintensität sich so verhalten, *dass der Reihe nach das Kernkörperchen, dann der Inhalt und zuletzt der Kern kommt.* Der Kern stellt eine Blase mit eingeschlossenem körnigen Inhalte dar.

Sie finden sich weniger zahlreich als die sub 1 angeführten in *den Vorderhörnern des Rückenmarkes* und bilden ferner ausschliesslich die *Nervenzellenzone des kleinen Gehirnes.*

3) Nervenzellen, *deren Kern sich in Karmin nicht färbt, während Kernkörperchen und Inhalt gefärbt werden.* Zu dieser ausgezeichneten Art von Ganglienkugeln gehören *nur allein jene, welche im obersten Theile des Rückenmarkes in der centralen grauen Substanz neben und hinter dem Centralcanale auftreten,* und sich in das verlängerte Mark und den Hirnstamm fortsetzen. Ich habe diese Zellengruppe zuerst beschrieben [1]).

4) Nervenzellen, *deren Inhalt gegen die Aufnahme des Farbstoffes vollkommen unempfänglich ist, während der Kern sich roth färbt.* Ein eigentliches Kernkörperchen habe ich bei diesen Zellen nicht wahrgenommen. Diese Zellen finden sich im *Rückenmarke* des Hechtes gar nicht vor, sondern nur im *Gehirne* desselben, und zwar gehören sämmtliche Ganglienkugeln, welche die Grosshirnhemisphären zusammensetzen, zu dieser Gruppe.

[1]) L. c. pag. 34, V. 1.

Die Ganglienkugeln des Hechtes, welche sich im Trigeminus- und Vagusganglion finden, haben einen weissen Kern (ähnlich den sub 3 im Rückenmarke angeführten).

Mannigfache Gründe bewegen mich zur Erklärung, dass für das Central-Nervensystem des *Hechtes* die (sub 1 angeführten) Ganglienkugeln mit gefärbtem dichtgefügtem Kerne zur Bewegungssphäre, die (sub 3 beschriebenen) mit ungefärbtem Kerne versehenen Zellen zur Empfindungssphäre des Rückenmarkes in inniger Beziehung stehen, und dass den Ganglienkugeln mit ungefärbtem Inhalte Vermittlung psychischer Thätigkeiten zuzuschreiben ist.

Die peripherischen Ganglienkugeln der verschiedenen von mir untersuchten Thiere bieten mannigfache, theils auffallendere, theils geringere Verschiedenheiten in ihrem Verhalten gegen Karmin dar.

In Betreff der Zellenfortsätze im Rückenmarke des Hechtes habe ich zu bemerken:

dass ihre Anzahl die von Owsjannikow angegebene übersteigt [1]):

dass ich weder Anastomosen der Nervenzellen derselben Rückenmarkshälfte (wie beim Menschen), noch auch Anastomosen der Zellen in den entgegengesetzten Rückenmarkshälften jemals beobachtet habe;

dass ein Theil der Zellenfortsätze getheilt oder ungetheilt die Peripherie des Rückenmarkes erreicht, ein anderer Theil in Nervenprimitivfasern der vorderen und hinteren Wurzel und in Längsfasern des Rückenmarkes übergeht;

dass dieser Uebergang in der Art bewerkstelligt wird, dass die Scheide, welche als Fortsetzung der Nervenzellenscheide den Fortsatz eng umschliesst, von demselben sich abhebt, und zwischen Scheide und Zellenfortsatz, der nun zum Axencylinder der Nervenfaser wird, das Mark auftritt.

Ich habe hinzuzufügen, dass der Zellenfortsatz, welcher in der Regel eine wahre Fortsetzung des Zelleninhaltes ist, in seltenen Fällen aus dem Kerne der Zelle entspringt. *Ich habe sowohl aus dem Kerne einer weissen Zelle im Grosshirne des Hechtes, als auch aus*

[1]) Siehe L. Mauthner, l. c. pag. 35, 4.

Kernen zweier Ganglienkugeln aus dem Vagusganglion des Kalbes Fortsätze entspringen gesehen.

Von den Resultaten, die ich über den *feinsten Bau der Nervenzelle,* wie er sich auf *Chromsäure-Karminpräparaten* bei stärksten und besten Vergrösserungen darbietet, gewonnen habe, will ich folgende hervorheben:

Die Scheiden der centralen Nervenzellen, so wie die inneren Scheiden peripherer Ganglienkugeln sind structurlose, bei starken Vergrösserungen meistens eine Doppelcontour darbietende Membranen. Die Scheiden der centralen Zellen färben sich, wie ich gegen Stilling bemerken muss, in Karmin roth; nur gewisse innere Scheiden peripherer Ganglienkugeln bleiben ungefärbt.

Der Inhalt der Nervenzellen bietet bei den stärksten Vergrösserungen eine dreifache Elementarstructur dar. Er zeigt entweder auch bei der schärfsten Beobachtung keine Spur einer inneren Structur, und erscheint demgemäss als eine gleichartige Masse, oder er bietet eine körnige Textur dar, und zwar gehören die Körner, die ihn zusammensetzen, einerseits zu den feinsten ihrer Art, sind als Elementarmolecule zu betrachten, oder sie sind von grösseren messbaren, wenn auch immer noch ausserordentlich kleinen Dimensionen.

Der Kern der Nervenzelle ist entweder ein dicht gefügtes Gebilde, oder er stellt eine Blase mit mehr oder weniger dicker (eine einfache oder eine Doppelcontour darbietender) structurloser Wandung dar. In ihrem Innern ist diese Kernblase, ausser dass sie ein oder zwei Kernkörperchen enthält, entweder mit sich roth färbenden Körnern dicht angefüllt, oder es stellt ihr Inhalt eine gleichartige, structurlose, in Karmin sich nicht färbende Masse dar, in welcher bald gar keine, oder nur sehr wenige, bald eine grössere Menge sich mehr oder weniger roth färbender Körner und Bläschen, auch anscheinend faserartige Gebilde (Reihen von Elementarkörnchen) sichtbar sind.

Einen doppelten Kern in Einer Ganglienkugel habe ich ein einziges Mal gesehen.

Das Kernkörperchen ist entweder ein äusserst dicht gefügtes, aus einer centralen und peripheren Schichte bestehendes Gebilde, oder

es ist ein Bläschen, welches dann in seinem Innern noch einen *fünften,* bläschenförmigen *Bestandtheil* der Ganglienzelle, welchen ich *Nucleololus,* des Kernkörperchens Kern, nennen will, einschliesst. Der Nucleololus ist ein in Karmin sich roth färbendes, $^1/_{1500}$- $^2/_{1500}$ Millimeter im Durchmesser haltendes Gebilde.

In höchst seltenen Fällen finden sich zwei Kernkörperchen in Einem Kerne.

Die einzelnen Theile der Nervenzelle stehen weder unter einander, noch mit der Umgebung in einer innigen anatomischen Verbindung.

Ueber den *Bau der Nervenfaser* kann mit Sicherheit Folgendes gelten: Die Hülle der Nervenfasern, welche sich bei allen, auch den Fasern des Centralorgans findet, ist entweder eine structurlose, oder eine aus feinsten Bindegewebsfasern zusammengesetzte Membran.

Das Nervenmark stellt entweder eine vollkommen gleichartige Masse dar, oder es zeigen sich in demselben concentrische Schichtungen. Man beobachtet nämlich nicht selten im Nervenmarke dunkle krumme Linien, welche grössere oder kleinere Segmente von mit der äusseren Peripherie der Nervenfaser mehr oder weniger concentrischen Kreislinien darstellen, niemals aber radiär verlaufen. Nur in seltenen Fällen entsprechen diese krummen Linien einem ganzen geschlossenen Kreisumfange. Gewöhnlich lassen sie sich durch einen Quadranten oder die Hälfte eines Kreises verfolgen. Diese dunkeln Linien nun sind der Ausdruck der Schichtung des Markes, eben nach der Richtung dieser Linien hin.

Der Axencylinder, der wesentlichste Theil der Nervenfaser, weil er *allein* (wie man sich am Fischrückenmarke und Fischhirne überzeugen kann) mit dem Parenchyme der Nervenzelle in Verbindung steht, besteht aus zwei in einander steckenden Cylindern, von denen der innere solide Cylinder sich in Karmin tiefer färbt, als der ihn umgebende Hohlcylinder.

Die Theile der Nervenfaser stehen weder unter einander, noch mit der Umgebung in inniger anatomischer Verbindung.

In Betreff der Färbung der einzelnen Bestandtheile der Nervenfaser in Karmin habe ich noch hinzuzufügen:

Die Scheide, sowohl centraler, als peripherer Nervenfasern färbt sich, wie ich gegen Stilling und Jacubowitsch [1]) bemerken muss, in Karmin roth.

Das Nervenmark widersteht nicht gänzlich dem Einflusse des Farbstoffes, wie Gerlach angiebt, sondern es wird nach langer Einwirkung des Farbstoffes endlich schwach roth gefärbt.

Das Mark bestimmter Nervenfasern färbt sich in Karmin früher als das anderer Fasern.

Der Achsencylinder wird schliesslich in Karmin tiefroth gefärbt, allein es giebt Nervenfasern, deren Achsencylinder der Einwirkung des Farbstoffes viel länger widersteht, als der Achsencylinder anderer Fasern.

---

[1]) Sitzungsberichte der Pariser Akademie, 11. Oct. 1858.

XII.

Ueber die Längenverhältnisse der Skelettmuskelfasern.

Aus der Inauguralabhandlung des Hrn. Dr. Gubler
mitgetheilt von **A. Fick.**

Im Jahre 1851 hat Eduard Weber mehrere Reihen von Messungen der Muskelfaserlängen des Menschen bekannt gemacht und dieselben verglichen mit dem Bewegungsumfang der Gelenke, welche von der betreffenden Muskelfaser übersprungen werden. Er kommt zu dem Resultate, dass sich ein annähernd constantes Verhältniss zwischen diesen beiden Grössen zeigt. Die Sache lässt sich so ausdrücken: Die grösste Länge, zu welcher eine Muskelfaser vermöge des Bewegungsumfanges der von ihr und ihren Sehnenfasern übersprungenen Gelenke gedehnt werden kann, ist allemal ungefähr das Doppelte von der kürzesten Entfernung ihrer Enden [1]), welche der gedachte Bewegungsumfang zulässt. In den Tabellen Weber's wird übrigens statt des soeben definirten Verhältnisses numerisch dargestellt das Verhältniss der grössten Länge zu der Differenz zwischen der grössten und kleinsten. Der Mittelwerth des Verhältnisses für ganze Muskelgruppen schwankt zwischen den Grenzen 1 : 0,47 und 1 : 0,62. In einzelnen Fällen erreicht es jedoch ziemlich abweichende Werthe bis zu 1 : 0,89. Weber stellt dies Ergebniss einfach als eine anatomische Thatsache hin und lässt jeden Versuch dieselbe physiologisch zu erklären bei

[1]) Die Enden der Muskelfaser sind da, wo sie in Sehnenfasern übergeht.

Seite. Es scheint mir dass ein solcher Erklärungsversuch doch gewagt werden könnte, wenn man eine gar nicht allzu kühne Hülfsannahme zulassen will. Bedenkt man, wie häufig und stark arbeitende Muskeln dicker werden, wenig gebrauchte abmagern, gänzlich an der Zusammenziehung verhinderte sogar vollständig entarten, so kann man nicht zweifeln, dass die *Ernährung* der Muskelfaser durch ihre *Function* mitbedingt ist. Man wird noch ferner sagen können, dass nicht nur der Wechsel des erregten und ruhenden Zustandes zur normalen Ernährung nothwendig ist, sondern, dass auch eine wirkliche Veränderung der Länge in Folge dieses Wechsels stattfinden muss.

Ich möchte nun diese allgemein anerkannten Wahrheiten vermuthungsweise näher so bestimmen: Die Masse, die ein Muskel in einem gegebenen Augenblicke hat, ist abhängig von der Arbeit, welche er bis zu diesem Augenblicke geleistet hat, dergestalt, dass die Masse mit wachsender Arbeit wächst (jedoch keineswegs etwa proportional) und zwar entsprechen den beiden Factoren der Arbeit Kraft und Weg, die beiden Factoren der Massenzunahme Dickenwachsthum und Längenwachsthum. Wächst die Arbeit dadurch, dass die Kraft, mit der er gespannt ist, häufig gross wird, so befördert das die Dickenzunahme. Wächst die Arbeit dadurch, dass häufig — wenn auch nicht so grosse — Spannungen durch sehr grosse Wegstrecken hindurch ausgeübt werden, d. h. während sehr ausgiebiger Contractionen dauern, so wächst die *Länge* der Muskelfasern. In letzterer Beziehung scheint eine numerischen Ausdrucks fähige Gesetzlichkeit zu herrschen. Sie ist vielleicht folgendermaassen auszusprechen. Sei eine Muskelfaser, im Allgemeinen an beiden Enden in Sehnenfasern auslaufend, ausgespannt zwischen zwei Punkten, die abwechselnd von einander abstehen, um die Entfernung d im Minimum und D im Maximum. Von diesen Entfernungen macht in beiden Fällen die Summe der sehnigen Enden, sie heisse ς, dasselbe Stück aus und die Dehnung und Zusammenziehung fällt blos auf den muskulösen Antheil. Es wird nun allemal, wenn sich der Wechsel zwischen den Entfernungen d und D oft genug wiederholt hat, die Sehnenlänge ς sich so herausgestellt haben, dass sich zwischen der grössten und kleinsten Muskelfaserlänge D — s und d — s ein für alle Muskelfasern constantes Verhältniss m ergiebt, dass also

$\frac{D-s}{d-s} = m$ ist. Man darf sogar schon bestimmt vermuthen, dass 2 der numerische Werth von m ist, man hätte also $\frac{D-s}{d-s} = 2$ oder $s = 2d - D$. Die natürliche Länge der ruhenden Muskelfaser steht dann sehr wahrscheinlich auch noch zu $D - s$ und mithin zu $d - s$ in einem für alle gültigen constanten Verhältnisse. Dieses lassen wir indessen ganz bei Seite, da ich zunächst keine Möglichkeit sehe, die natürliche Länge der ruhenden Muskelfaser im lebenden oder todten Menschen zu bestimmen. Wäre im Anfang also z. B. für eine gedachte Muskelfaser die Summe der sehnigen Enden $= \Sigma > 2d - D$ und folglich $\frac{D-\Sigma}{d-\Sigma} > 2$ so könnte bei andauerndem Wechsel der Entfernung der Befestigungspunkte zwischen den Werthen d und D dies Verhältniss nicht bestehen. Die Muskelfaser würde bei dieser verhältnissmässig ausgiebigen Dehnung und Verkürzung überkräftig ernährt werden und würde auf Kosten ihrer Sehnenenden in die Länge wachsen, bis diese letzteren zusammengenommen $= s = 2d - D$ geworden wären. Dann wäre Ernährung und Zusammenziehung im Gleichgewicht, welches sich während des ganzen folgenden Lebens erhielte. Wäre umgekehrt im Anfang die Summe der sehnigen Enden $= \sigma < 2d - D$, so würde der muskulöse Theil der Faser bei jeder Zusammenziehung nicht auf die Hälfte seiner grössten Länge kommen und deshalb die Ernährung schwächer werden. Von den Enden würde dieser Theil anfangen zu veröden und in sehniges Gewebe sich zu verwandeln, bis die Summe der sehnigen Anhänge von σ auf den normalen Werth s gewachsen wäre, wo dann wiederum das Gleichgewicht zwischen Zusammenziehung und Ernährung hergestellt wäre.

Die Hypothese, in der Fassung, wie sie soeben gegeben und erläutert wurde, lässt sich natürlich niemals in der Erfahrung bewähren, da die einfachen Voraussetzungen derselben niemals verwirklicht sind. Es giebt keinen Muskel, dessen Ursprung und Ansatz gerade zwischen zwei bestimmten Entfernungen d und D regelmässig wechselt. Wir können aber jetzt von dem gewonnenen Gesichtspunkte aus der Wirklichkeit uns annähern. Wenn überhaupt das hingestellte Princip richtig

ist, so wird es auch so zu formuliren sein, dass die Voraussetzungen wenigstens einigermaassen den wirklichen Verhältnissen entsprechen. In der That wir brauchen nur an die Stelle der zwei *ausschliesslich* vorausgesetzten Entfernungen zwischen den Befestigungspunkten *diejenigen* beiden extremen (maximale und minimale) Entfernungen derselben zu setzen, welche *vorwiegend häufig* vorkommen. Diese beiden Grössen sind für jeden Muskel wenigstens in gewisse Grenzen einzuschliessen und man darf wohl vermuthen, dass *sie* für die Ernährung des Muskels von besonderer Wichtigkeit sind und dass es wenig Einfluss darauf hat, ob hin und wieder einmal die Verkürzung nicht ganz das Minimum und die Dehnung nicht ganz das Maximum erreicht, oder ob ganz ausnahmsweise auch einmal das durchschnittliche Minimum und das Maximum überschritten werden.

Die beiden soeben definirten Grössen werden offenbar für die Skelettmuskeln im Allgemeinen nahe zusammentreffen mit zwei der Messung leicht zugänglichen Grössen, nämlich mit dem Maximum und dem Minimum der Entfernung zwischen den beiden Befestigungspunkten der Muskelfaser, welche vermöge des Bewegungsumfanges der von ihr übersprungenen Gelenke möglich sind. Auf *dies* Maximum und Minimum beziehen sich die eingangs angezogenen Messungen Webers, welche für alle Skelettmuskeln durchgeführt sind. Weber fand, dass bei allen das Verhältniss des Maximums zur Differenz von Maximum und Minimum oder zur Verkürzung wenig von dem Verhältniss 1 : 0,5 abweicht. In der Uebereinstimmung des Verhältnisses sehe ich nun eine erste Bestätigung der hier aufgestellten Hypothese. Eine weitere Stütze für dieselbe scheint mir aber gerade in dem Sinne der einzelnen Abweichungen vom normalen Verhältnisse zu liegen. Weber fand nämlich bei fast allen Muskeln, welche mehr als ein Gelenk überspringen, das Verhältniss zwischen Maximum und Verkürzung kleiner [1] als 1 : 0,5 bis zu 1 : 0,89.

Ich glaube nicht, dass der einzige Grund für diese ausserordentliche

---

1) Ich verstehe hier unter Grösse eines Verhältnisses den absoluten Werth des Quotienten, welcher wie das Verhältniss bezeichnet wird, so dass also von den beiden Verhältnissen 1 : 0,55 und 1 : 0,89 das zweite kleiner zu nennen ist.

Abweichung der von Weber angegebene ist. Er will sie für eine zum weitaus grössten Theil bloss scheinbare gelten lassen, indem er hervorhebt, dass die Anwesenheit mehrerer Gelenke zwischen den Punkten, deren grösster und kleinster Abstand zu messen ist, die Unsicherheit der Messung vermehrt. Ich glaube — ohne diesen Factor in Abrede stellen zu wollen — dass wirklich die grösste mögliche Entfernung der Befestigungspunkte zu der grössten möglichen Verkürzung bei mehrgelenkigen Muskeln in einem kleineren Verhältniss als bei eingelenkigen steht, und glaube, dass dies im Sinne der vorhin erörterten Annahme gar nicht anders zu erwarten ist. In der That denken wir uns die Stellung der Gelenke ganz von einander unabhängig zufällig (was freilich nicht streng richtig ist), so ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei von einem Muskel übersprungene Gelenke gleichzeitig diejenigen Stellungen haben, welche dem Muskel das mögliche Maximum oder Minimum der Länge vorschreiben, ausserordentlich viel kleiner als dass ein Gelenk die betreffende Stellung hat. Die grösste messbare Dehnung und die grösste messbare Verkürzung wird also bei mehrgelenkigen Muskeln im Leben sehr selten vorkommen. Sie können daher nicht diejenigen Grössen sein, welche vermöge des Ernährungsmechanismus in dem gesetzlichen Verhältnisse stehen sollten. Ist z. B. L jene grösste, l jene kleinste Länge eines zweigelenkigen Muskels, so ist sicher L vermindert um eine gewisse freilich auch nicht annäherungsweise angebbare Grösse ω das in Wirklichkeit häufigst vorkommende Maximum der Länge und ebenso l vermehrt um eine gewisse andere Grösse ω' das häufigst vorkommende Minimum, diese aber hätten nach unserer Annahme in dem gesetzlichen Verhältnisse zu stehen, d. h. es müsste nach der Weber'schen Bezeichnungsweise des Verhältnisses sein $L - \omega : (L - \omega) - (l + \omega') = 1 : 0{,}5$. Wenn diese Proportion wirklich gilt, so ist offenbar $L : L - l$ kleiner als $1 : 0{,}5$ und kann den von Weber beobachteten Grenzwerth $1 : 0{,}89$ wohl erreichen, wenn nur ω und ω' die nöthigen Werthe haben, d. h. wenn nur in der Regel die *wirkliche* Dehnung und Verkürzung des Muskels gehörig weit hinter der *möglichen* zurückbleibt.

Es liegt nahe, noch manche andere an unsere Annahme sich anschliessende Folgerungen mit Messungen zu vergleichen, die Weber

unterlassen oder wenn er vielleicht einzelne derselben ausführte, wenigstens nicht mitgetheilt hat, da er eben nicht den Gedankengang verfolgte, auf dem wir uns hier befinden. Ich veranlasste daher meinen jungen Freund, Hrn. Dr. Gubler, einige derartige Messungsreihen mit mir vorzunehmen und zum Gegenstande seiner Inauguraldissertation zu machen, aus welcher ich das Folgende mittheile.

Wir haben zunächst noch einige Messungen ganz in der Weber'schen Weise angestellt, die also bloss die Bedeutung haben, das Material zu vermehren. Es war uns insofern wünschenswerth, da Weber bloss Messungen von 2 Individuen anführt und möglicherweise ziemlich bedeutende individuelle Schwankungen des in Rede stehenden Verhältnisses erwartet werden konnten. In der That wichen die Resultate unserer Messungen, die sich übrigens auf einige Muskeln der obern Extremität beschränken, dafür aber auf mehrere Individuen ausgedehnt wurden, nicht unbeträchtlich von den Weber'schen ab. Namentlich fanden wir das Verhältniss zwischen maximaler Länge und Verkürzung regelmässig noch viel kleiner bei den mehrgelenkigen Muskeln.

Folgende sind einige der beobachteten Werthe:

	Bezeichnung des Muskels	Verhältniss zwischen grösster Länge und Verkürzung
Männliche Leiche A.	Biceps Cap. longum	1 : 0,85
	Triceps Cap. longum	1 : 0,99
	Flexor Carpi radialis	1 : 0,95
	Flexor pollicis longus, kürzestes Bündel	1 : 0,96
B.	Triceps Caput longum	1 : 0,84
C.	Biceps Caput breve	1 : 0,82
	Triceps Cap. longum	1 : 0,82
D.	Triceps Cap. longum	1 : 0,83
	Biceps Cap. longum	1 : 0,85
	Biceps Cap. breve	1 : 0,87

Von besonderem Interesse für die uns gegenwärtig beschäftigende Betrachtungsweise der Sache war nun aber eine genauere Durchmusterung *einzelner* Muskeln. Die verschiedenen Fasern oder Bündel eines und desselben Muskels stehen unter ganz gleichen Bedingungen. Man darf wohl in den meisten Fällen annehmen, dass sie stets sämmt-

lich mit gleicher Energie von den Nerven aus erregt werden. Ihre Vergleichung untereinander muss daher zu weit schlagenderen Resultaten führen, als die Vergleichung von Bündeln, die ganz verschiedenen Muskeln angehören, deren einer vielleicht im Leben nur selten seinen Verkürzungsumfang erschöpft, während der andere dies häufig that. Denken wir uns zunächst einen Muskel, der an beiden Enden mit einem verhältnissmässig dünnen Sehnenstrang sich ansetzt an eine kleine Knochenfläche, welche für eine erste Annäherung als Punkt gelten kann, so ist klar, dass *alle* Fasern dieses Muskels beim Uebergang vom Maximum zum Minimum der Entfernung zwischen Ursprungs- und Ansatz*punkt* um gleich viel absolute Längeneinheiten verkürzt werden. Ebenso werden sie auch bei jeder andern Veränderung der Entfernung zwischen Ursprung und Ansatz sämmtlich um *dieselbe* Anzahl von Längeneinheiten verkürzt. Wenn also unser Princip richtig ist, so müssen bei jedem Muskel mit punktuellem Ansatz und Ursprung *alle* Fasern schliesslich genau gleich lang sein. Diese Folgerung ist unabhängig davon, *welches* Verhältniss zwischen Muskelfaserlänge und Verkürzung die Ernährung vorschreibt, wenn sie nur überhaupt ein solches vorschreibt. Unsere Messungen haben nun die soeben gezogene Folgerung in überraschender Weise bestätigt, wie die in nachstehender Tabelle verzeichneten Zahlen zeigen, wenn man bedenkt, dass der Uebergang der Muskelbündel in die Sehne doch kein so ganz bestimmter Punkt ist.

Muskelname	Maximale Länge verschiedener Bündel
Leiche A. Biceps Cap. breve	195, 192, 183, 192, 183, 186.
Triceps Cap. longum	137, 126, 130, 133, 131.
Leiche C. Triceps, langer Kopf	137, 149, 137, 141, 125, 137, 148, 137, 144, 136.
Leiche D. Triceps Cap. longum, eine Hälfte	185, 185, 180, 180, 179, 174, 173, 181.

Ich bemerke zu diesen Tabellen noch, dass ursprünglich nicht die Muskelbündellängen selbst gemessen worden sind, sondern nach gehöriger Spaltung derselben die daran gehefteten Sehnenenden. Die Vorzüge dieses Verfahrens leuchten ohne weiteres ein.

Die Gleichheit der Faserlänge bei den aufgeführten Muskeln ist um so mehr auffallend, da sie auf den ersten Anblick keineswegs den Eindruck machen.

Ist nun umgekehrt ein Muskel am einen oder an beiden Enden an ein grösseres Flächenstück oder längs einer längeren Linie befestigt, dann darf im Allgemeinen eine sehr merklich ungleiche Länge seiner Fasern erwartet werden. Sei beispielsweise der Ansatz eines bestimmten Muskels ein Punkt a, sein Ursprung aber eine ausgedehnte Linie, deren beide Enden b und c heissen mögen. Bei einer gewissen Stellung des Gelenkes werden die Entfernungen ab und ac im Allgemeinen ungleich sein, ebenso werden sie auch bei einer andern Stellung des Gelenkes, in welcher die Lage des Ansatzpunktes a′ heissen möge, ungleich sein. Die Differenz ab — a′b wäre nun die Verkürzung der einen ac — a′c der andern Grenzfaser. Beide Differenzen werden wieder im Allgemeinen ungleich sein. Ebenso auch für jede beliebige dritte Lage des Gelenkes ab — a″b und ac — a″c, wo die dritte Lage des Ansatzes mit a″ bezeichnet ist. Wären a und a′ die beiden extremen Lagen des Ansatzpunktes, so sind die beiden Grössen ab — a′b und ac — a′c der Messung leicht zugänglich, sowie auch die entsprechenden Grössen für jedes zwischen den äussersten Grenzen gelegene Muskelbündel. Diese Grössen müssen nun aber, wenn unser Princip richtig ist, weit genauer in demselben Verhältnisse wie ab und ac stehen, als dies für Muskelbündel zu erwarten ist, die verschiedenen Muskeln angehören. Im gegenwärtigen Falle nämlich wissen wir gewiss, dass die Faser ac während des ganzen Lebens genau ebenso oft zu der Länge a′c gelangt, als die Faser ab zur Länge a′b. Von *verschiedenen* Muskeln können wir dagegen nicht behaupten, dass beide gleich oft von grösstmöglicher auf kleinstmögliche Länge gekommen sind. Schalten wir also zwischen die beiden Grenzbündel noch beliebig viele ein, welche an den zwischen b und c gelegenen Punkten α, β, γ, etc. entspringen, so muss mit einer besonderen Genauigkeit die Proportionalität in die Augen springen.

$$ab : ab - a'b = a\alpha : a\alpha - a'\alpha = a\beta : a\beta - a'\beta = a\gamma : a\gamma - a'\gamma$$
$$\ldots\ldots = ac : ac - a'c.$$

Als besonders günstiges Objekt zur Prüfung dieser Betrachtung

erschien uns der supinator longus. Er wurde deshalb an verschiedenen Individuen durchgemessen. Freilich zeigte sich die Uebereinstimmung der Verhältnisse nicht in der soeben vorausgesagten Weise, aber die Abweichungen sind, zusammengehalten mit der besonderen Lagerungsweise dieses Muskels, derart, dass sie vielmehr eine Bestätigung als eine Entkräftung unserer Betrachtung ausmachen. Es zeigte nämlich das Verhältniss der Länge bei gestrecktem Vorderarm zur Verkürzung, welche die Faser bei möglichst weit gehender Biegung des Vorderarmes und *nicht* vollständiger Supination erleidet, folgende Werthe:

Leiche B	Leiche D
1 : 0,78	1 : 0,77
1 : 0,74	1 : 0,73
1 : 0,75	1 : 0,73
1 : 0,71	1 : 0,72
1 : 0,68	1 : 0,69
1 : 0,57	1 : 0,64.

Die einzelnen Bündel, auf welche sich diese Verhältnisse beziehen, sind der Länge nach geordnet, so dass ein Bündel in der Reihe um so höher oben steht, je länger es ist oder je höher oben am humerus sein Ursprung liegt.

Je näher eine Faser des supinator longus dem oberen Ende des Ursprunges liegt, um so grösser zeigt sich also ihre Verkürzung. Dies ist aber nur scheinbar, denn die hoch oben entspringenden Bündel des fraglichen Muskels kommen während des Lebens niemals in die Lage, in welcher wir an der Leiche ihre kürzeste Faserlänge messen mussten. Sie sind nämlich bei extremer Biegung des Vorderarmes entschieden nicht gerade ausgestreckt, zwischen Ursprung und Ansatz vielmehr durch die einspringende Hautfalte an der Beugeseite des Ellenbogengelenkes gekrümmt oder geknickt. Hierüber kann für Niemanden ein Zweifel bestehen, der einmal den gebogenen Arm eines Lebenden verglichen hat mit dem gebogenen Arm einer Leiche, an welchem der Supinator longus frei präparirt und zwischen Ursprung und Ansatz gerade ausgestreckt ist. Die wahre kürzeste Länge einer Supinatorfaser im Leben weicht von der in der Leiche messbaren um so mehr ab, je höher diese Faser im Ursprung liegt. Wenn also das Ver-

hältniss zwischen der wahren Verkürzung und der grössten Länge für alle Supinatorfasern constant ist, so muss das an der Leiche messbare Verhältniss von einem Bündel zum andern abnehmen, je höher wir im Ursprunge aufsteigen. Die oben gefundene Variation des Verhältnisses in dem angezeigten Sinne, wo der längsten Faser das kleinste Verhältniss 1 : 0,77 (und 1 : 0,78), der kürzesten Faser das grösste 1 : 0,64 (und resp. 1 : 0,57) zukam, kann demnach die zu beweisende Annahme nicht erschüttern, vielmehr bekräftigen.

Es mögen nun noch einige andere Beispiele von Muskeln folgen, deren einzelne Fasern bei einer Stellungsänderung der Glieder um ungleiche Grössen verkürzt werden und die nach unserer Annahme *gerade darum* ungleich lange Fasern haben.

Am Flexor pollicis longus der Leiche A werden folgende Verhältnisse der maximalen Länge zur Verkürzung gefunden:

1 : 0,75
1 : 0,73
1 : 0,87
1 : 0,93
1 : 0,96.

Jede folgende Zahl gilt für eine Faser, welche kürzer ist, als die zur vorhergehenden Zahl gehörige. Hier nimmt also das Verhältniss vom Werthe 1 : 0,75 bis zum Werthe 1 : 0,96 ab, statt wie beim Supinator zuzunehmen, indem wir von der längsten zur kürzesten Faser übergehen. Das ist wiederum ganz im Sinne unserer Hypothese, denn beim Fl. pollicis weichen offenbar die in der Leiche messbaren Grössen von den während des Lebens maassgebenden am meisten für die *kürzesten* Fasern ab. Insbesondere ist wohl für diese das während des Lebens erreichbare Minimum der Länge bei weitem nicht so klein, als es in der Leiche erscheint, wo man zu seiner Bestimmung, um überhaupt etwas Bestimmtes zu haben, die betreffende Ansatzsehnenfaser in eine gerade Linie ausspannt, die auf den Ursprungspunkt zielt. Dies wird aber während des Lebens kaum möglich sein, vielmehr wird immer bei der Zusammenziehung des Muskels die Sehne durch die längeren Fasern so gespannt sein, dass die kürzeren Fasern mehr oder weniger schräg daran anstossen.

Ein anderer hierher gehöriger Muskel ist der extensor carpi radialis longus. Das Verhältniss zwischen maximaler Länge und Verkürzung fand sich in der Leiche A bei der längsten Faser = 1 : 0,79, bei der kürzesten = 1 : 0,77. In der Leiche B wurde für mehrere Bündel dieses Muskels das Verhältniss bestimmt und die Werthe gefunden: 1 : 0,67; 1 : 0,55; 1 : 0,55: 1 : 0,68; 1 : 0,70. Diese Werthe weichen zwar nicht unbeträchtlich von einander ab, aber es ist in den Abweichungen keine Gesetzlichkeit wie beim Fl. pollicis und beim Supinator wahrzunehmen. Sie werden daher in ihrer Regellosigkeit ganz einfach Ungenauigkeiten in der Messung zuzuschreiben sein, welche hier ganz besonders gross sein konnten, weil sich stellenweise unregelmässig vertheilte Sehnen-Streifen sehr tief in den Muskel hineinerstrecken.

Es mögen noch die maximalen Längen der soeben betrachteten Muskelbündel Platz finden, damit der Gegensatz gegen die oben mitgetheilten Messungen an Muskeln mit punktuellen Insertionen recht scharf hervortritt.

Leiche A		Leiche B		Leiche D
Fl. poll. longus	Ext. carp. rad. longus	Ext. carp. rad. longus	Supinator longus	Supinator longus
77	130	147	274	251
83	57	133	260	237
75	—	65	227	213
70	—	79	212	187
68	—	—	142	164
—	—	—	147	145
—	—	—	147	—

Während bei jenen Muskeln die Faserlängen um nicht viel mehr als $^1/_{20}$ differirten, differirten sie hier unter Umständen um mehr als $^1/_2$ des grössten Werthes.

Man kann bei den mitgetheilten Zahlen noch beachten, dass sie sämmtlich dem von Weber aufgestellten Normalverhältnisse nicht sehr fern liegen.

Wir haben ferner Messungen der Muskelfaserlängen an ungeborenen Früchten und sehr jungen Säuglingen angestellt und das in Rede

stehende Verhältniss zwischen grösster Länge und grösster Verkürzung bestimmt. Das Interesse dieser Bestimmungen für die Prüfung unserer Hypothese wird aus folgender Betrachtung erhellen. Man darf annehmen, dass die Bewegungen des Fötus im Uterus sehr beschränkten Umfanges sind und dass namentlich wohl so gut wie nie die von der Gelenkeinrichtung gesteckte Grenze auf der einen oder andern Seite wirklich erreicht wird. Nehmen wir nun die Leiche eines Fötus und strecken ein Glied soweit wie möglich, messen die Länge einer Beugemuskelfaser, so ergiebt sich eine Länge L, welche dieselbe bis dahin während des Lebens niemals erreicht hat. Beugen wir nun das Glied soweit es das Gelenk erlaubt, messen wieder, so erhalten wir eine zweite Länge l ($< L$), bis zu welcher sich die Faser während des Lebens niemals verkürzt hat. Sind unsere Voraussetzungen richtig, so muss bei dem Fötus die *wirklich* während des Lebens häufig erreichte grösste Länge $L - \delta$ zu der wirklich häufig vorgekommenen grössten Verkürzung $(L - \delta) - (l + \delta')$ in dem normalen durch die Ernährung bedingten Verhältnisse stehen und wenn dies in der That 1 : 0,5 ist, so muss sein ($L - \delta : L - \delta - l - \delta' = 1 : 0{,}5$). Es ist nun freilich gar nicht abzusehen, wie man jemals die Grössen $L - \delta$ und $L - \delta - l - \delta'$ einer Bestimmung zugänglich machen könnte, aber es ist sicher, wenn diese Proportion zwischen den vor der Hand unbekannten Grössen gilt, so muss das Verhältniss L : l, welches der Messung zugänglich ist, kleiner sein als 1 : 0,5. Es ist ferner mehr als wahrscheinlich, dass sich das letztere Verhältniss nach der Geburt rasch dem für den Erwachsenen normalen Verhältnisse nähern müsse. Es beginnen ja mit der Geburt die Bewegungen immer umfangreicher zu werden und die von den Gelenken selbst gesteckten Grenzen nach der einen und der andern Seite immer öfter zu erreichen.

Wenn es sich also herausstellt, dass das messbare Verhältniss L : l beim Fötus am kleinsten, beim Neugeborenen schon etwas grösser, bei Säuglingen noch grösser ist, kurz, wenn es mit zunehmendem Alter stetig wächst, um allmälig (wahrscheinlich sehr bald nach der Geburt) den für den Erwachsenen normalen Werth zu erreichen: so dürfen wir dies als eine neue Bestätigung unserer Annahme ansehen, dass jenes Verhältniss nicht im organischen Bildungsplan *unmittelbar,*

sondern in den Gesetzen der Muskelernährung begründet ist. Die stetige Zunahme des Verhältnisses zeigt sich nun in unseren Bestimmungen allerdings nicht sehr umfangreich, aber doch unzweideutig, wie aus folgender Zusammenstellung einiger Ergebnisse zu ersehen ist.

Jede Zahl in der Tabelle ist das Mittel aus allen *ein* Gelenk überspringenden Muskelbündeln [1]) der am genannten Individuum bestimmten Verhältnisse zwischen maximaler Länge und Verkürzung.

7monatlicher Fötus	1 : 0,64
Bei der Geburt gestorbenes Kind .	1 : 0,60
Kind von 19 Wochen	1 : 0,61
Kind von 31 Wochen	1 : 0,55
Erwachsener (Leiche C und D) . .	1 : 0,53.

Die stetige Zunahme des Verhältnisses gegen den Zustand des Erwachsenen hin ist unverkennbar, wenn auch die Stetigkeit durch den Werth beim Kinde von 19 Wochen unterbrochen erscheint. Die Zunahme des Verhältnisses wird noch auffallender, wenn die Weber'schen Messungen mitberücksichtigt werden, aus denen das Verhältniss für *ein* Gelenk überspringende Muskelbündel zu 1 : 0,46 im Mittel hervorging.

Weit auffälliger ist die Abnahme des Verhältnisses bei mehrere Gelenke überspringenden Muskeln, aber freilich lassen sich hier die Grössen nicht in eine so schöne Reihe ordnen. Das war übrigens auch nicht zu erwarten, weil hier die Grösse 1 bei ungeborenen Früchten und Neugeborenen meist der Null sehr nahe lag und daher der kleinste Fehler in den der Natur der Sache nach sehr unsichern Messungen grosse Schwankungen im Werthe des Verhältnisses bedingen musste. Die beiden Enden eines mehrere Gelenke überspringenden Muskelbündels, z. B. eines Bündels vom Biceps, lassen sich bei einem Fötus meistens ganz übereinander hinziehen, so dass die *mögliche* kleinste Länge einen negativen Werth hat. Das Verhältniss zwischen grösster Länge und Verkürzung wäre hier also sogar (rein mathematisch betrachtet) kleiner als 1 : 1. Dies kann uns durchaus nicht verwundern, da beim Fötus voraussichtlich noch weniger als beim Geborenen alle vom Muskel

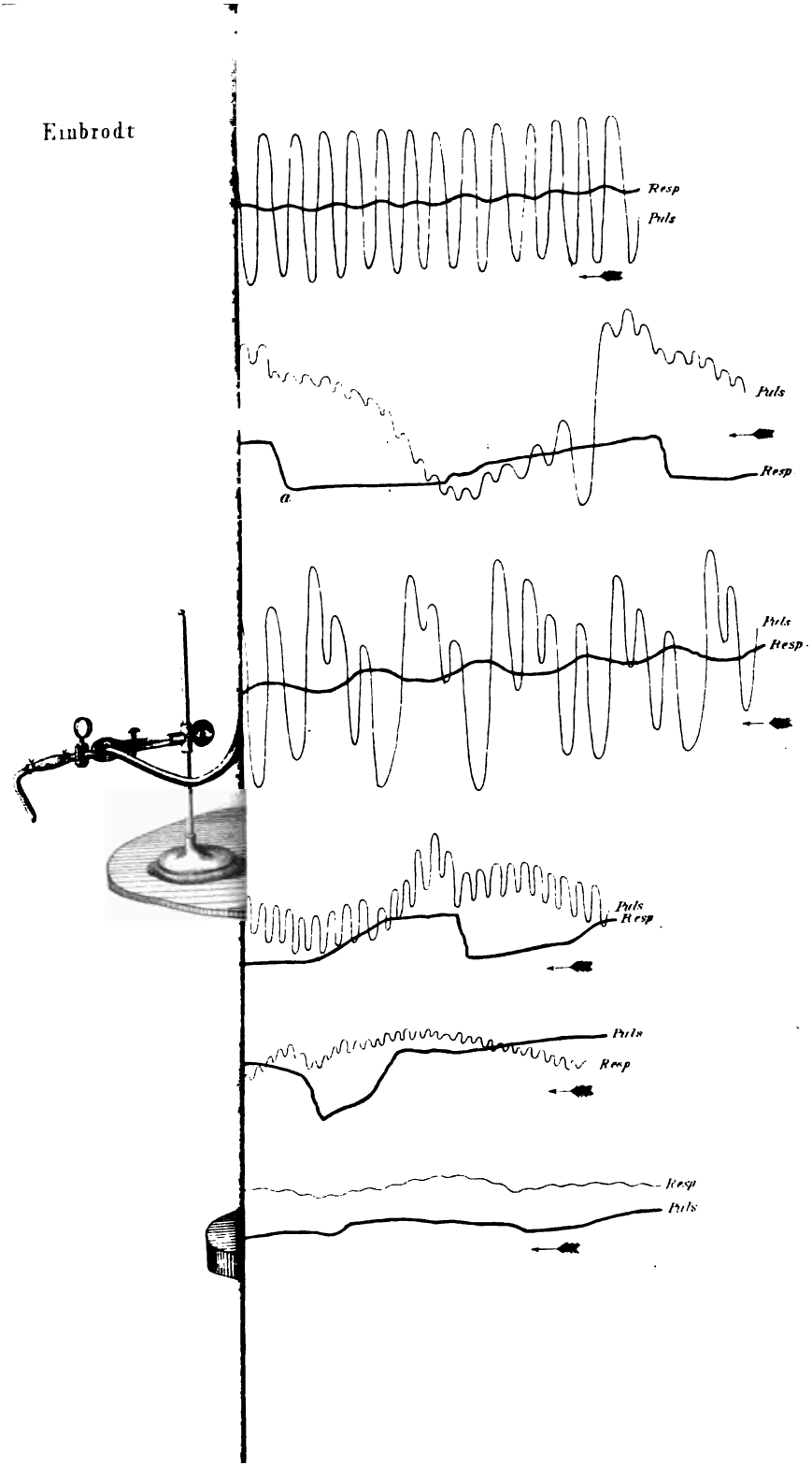
[1]) Sie gehörten dem brachialis internus und den kurzen Köpfen des Triceps an.

übersprungenen Gelenke *gleichzeitig* in die Lage kommen, dass der Muskel die möglichst kleine Länge bekommt. Für die zweigelenkigen Muskeln des Fötus sind mit andern Worten die unbestimmbaren Grössen δ und δ' der obigen Betrachtung jedenfalls sehr gross, so dass das Verhältniss $L : L - l$ eben sehr weit von demjenigen abweichen muss, welches gleich 1 : 0,5 gefunden werden sollte. In den nachstehend zusammengestellten Bestimmungen ist allemal das Verhältniss $= 1 : 1$ gesetzt, wenn die Enden übereinander geschoben werden konnten, also l eigentlich negativ hätte gerechnet werden müssen.

	Verhältniss verschiedener Bündel		Verhältniss aller Bündel		Verhältniss im Mittel
Biceps des Neugeborenen.	1 : 0,90 1 : 0,92 1 : 1,00 1 : 1,00 1 : 1,00 1 : 0,90	Triceps, langer Kopf des Neugeborenen	1 : 1,00	Biceps des Erwachsenen A	langer Kopf 1 : 0,85 kurzer Kopf 1 : 0,66.

Die allerschlagendste Bestätigung könnte natürlich die hier vertretene Ansicht durch pathologische Beobachtung und Experimente an Thieren finden. Ich werde solche anstellen, sobald ich Material und Zeit dazu finden werde.

Embrodt



XIII.

Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck.

Von Dr. Einbrodt aus Moskau [1]).

(Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.)

Eine Reihe von Versuchen, die ich auf Herrn Professor Ludwig's Vorschlag [2]) in dessen Laboratorium anstellte, führte zu Thatsachen und Anschauungen, die zur nähern Würdigung des Einflusses der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck einige neue Anhaltspunkte bieten. Die gewonnenen Ergebnisse erlaube ich mir hier im Nachfolgenden mitzutheilen.

Unter dem Einflusse des Athmens erleiden die Schlagfolge des Herzens und die Spannung des Blutes eine Veränderung, die bis jetzt

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Zwei Bestimmungsgründe liessen es räthlich erscheinen, das schon früher von mir behandelte Thema von Neuem aufzunehmen. Zuerst der Wunsch die Erklärung einiger Erscheinungen, die mir vor mehr als 12 Jahren nicht gelungen war, auf Grundlage des heutigen Standes der Wissenschaft zu versuchen; nächst dem aber hatte ich mich durch einige vorläufige Versuche überzeugt, dass ich in meiner früheren Arbeit manche an und für sich richtigen Thatsachen nicht richtig verknüpft hatte, und dass namentlich bei der Vergleichung der Puls- und Athemcurven ein Fehler untergelaufen war. — Unter diesen Umständen musste ich es Herrn Dr. Einbrodt grossen Dank wissen, als er sich entschloss den Gegenstand von Neuem und zwar in ausgedehnter Weise zu bearbeiten. Ludwig.

weder eine richtige Deutung, noch eine genügende Erklärung erfahren hat. Es ist bekannt, dass die Veränderung in der Spannung des Blutes den beschleunigenden Kräften zugeschrieben wird, die durch die Athembewegungen dem Herzen und den grossen Blutgefässen mitgetheilt werden, und dass die veränderte Schlagfolge des Herzens mit einem veränderten Erregungszustande der *N. vagi* in Beziehung gedacht wird. In der Blutvertheilung ist von Ed. Weber [1]) und Donders [2]) ein neues Element zur richtigen Beurtheilung der uns beschäftigenden Frage angedeutet, aber nicht genügend ausgebeutet worden.

Die Erscheinungen, die durch die Athembewegungen eine Aenderung erleiden und bei der Frage über den Einfluss des Athmens zunächst in Betracht kommen, entziehen sich einer genauen Analyse, weil sie alle aus verschiedenen und dabei immer wechselnden Elementen zusammengesetzt sind, in ihrem Auftreten daher nie als einfache zur Beobachtung gelangen; so ist bekanntlich die Schlagfolge des Herzens eine aus vielen Grundelementen abgeleitete: denn es wirken auf dieselbe die Reizbarkeit des Herzens (seiner Muskeln, Nerven und motorischen Centra), der Erregungszustand des verlängerten Markes und der *N. vagi,* die in so grossen Breiten wechselnde Blutfülle des Thieres, die Temperatur des in's Herz einströmenden Blutes u. s. w. Ebenso ist die Spannung des Blutes eine wechselnde, je nach der dem Herzen zu Gebote stehenden Blutmasse, nach den Widerständen in den Capillaren, nach dem Antheil, der von den entwickelten Herzkräften dem Blute zu Gute kommt, etc. Die Athembewegungen selbst üben auf die vorhin genannten Verhältnisse und namentlich auf die Blutvertheilung und den Zufluss von Blut zum Herzen, selbst an einem und demselben Thiere, einen verschieden grossen Einfluss aus, je nach der Tiefe und Dauer ihrer einzelnen Acte, und bei verschiedenen Thieren selbst bei gleicher Tiefe und Dauer dieser letztern je nach besondern constitutionellen Verhältnissen.

---

1) Leipziger Berichte 1850, I, p. 29.

2) Zeitschr. f. rat. Medizin. N. F. Bd. III, 1853, p. 287 und Bd. IV, 1854, p. 24[illegible] und Nederl. Lancet. D. V, p. 364.

Es ist also klar, dass, wenn man den Einfluss der Athembewegungen näher verfolgen will, man so viel als immer thunlich sie in ihrem Einflusse verstärken, ihnen das Uebergewicht zu verschaffen suchen muss über die sie störenden und in ihrer Wirkung beeinträchtigenden Momente.

Der erste und ihnen als solchen zukommende Einfluss der Athembewegungen ist aber derjenige, dass sie die in der Brusthöhle gelegenen Organe, je nach ihren verschiedenen Acten und je nach der verschiedenen Tiefe und Dauer derselben, unter verschiedene Spannung versetzen. Ist es möglich, die unter dem Einflusse des normalen Respirationsactes eintretenden Spannungsunterschiede und ihre weiteren Folgen während längerer Zeit künstlich nachzuahmen und willkürlich zu steigern, dabei aber auf die verschiedenen angedeuteten Elemente (Blutfülle des Herzens, Erregungszustand der *N. vagi* etc.) einen directen Einfluss auszuüben, so ist damit zugleich auch die Hoffnung in Aussicht gestellt, in das Wesen des zu erforschenden Einflusses näher einzudringen. Bis zu einem gewissen Grade kann nun die künstliche Erzeugung des Respirationsdruckes, des positiven Ausathmungs- als auch des negativen Einathmungsdruckes, wirklich bewerkstelligt werden [1]), und die erste Aufgabe, die mir bei näherer Ueberlegung der uns beschäftigenden Frage entgegentrat, bestand also darin, einen verschieden starken Respirationsdruck (positiven sowohl als negativen) künstlich herbeizuführen und seine Wirkungen auf Herzschlag und Blutdruck, unter verschieden abzuändernden Verhältnissen, möglichst genau zu verfolgen.

Ist dieser Einfluss des künstlich erhöhten Respirationsdruckes scharf und genau aufzufassen, so ergiebt sich dann die zweite Aufgabe — den Einfluss des gewöhnlichen Athmens durch directe Beobachtung so genau als möglich festzustellen und die beim erhöhten Respirationsdrucke gewonnenen Thatsachen mit den beobachteten Anschauungen in Einklang zu bringen.

---

[1]) Die Erzeugung künstlicher Respirationsdrucke an Thieren ist schon von Donders versucht, aber nicht weiter verfolgt worden.

I.

Indem wir jetzt zur Besprechung der eingeschlagenen Verfahrungsarten und der durch sie gewonnenen Thatsachen übergehen, fassen wir zunächst den *positiven Respirationsdruck* in's Auge.

A. *Positive Drücke* lassen sich künstlich leicht erzeugen, wenn die mit dem Lungenraum des Thieres communicirende Luft unter erhöhte Spannung gebracht wird. Dieser Anforderung wurde in meinen Versuchen folgendermassen entsprochen.

In eine grosse, etwa 16 Litres fassende Glasflasche (siehe die Tafel I) war durch den Hals derselben eine ungefähr 2 Meter hohe und 15 Millim. breite Glasröhre, die fast bis auf den Boden der Flasche reichte, luftdicht eingekittet; durch einen Kautschuckschlauch stand das obere Ende der Röhre mit einer Handpumpe in Verbindung, mittelst deren Wasser in die Röhre eingepumpt und die Luft im Behälter unter beliebig hohen Druck gebracht werden konnte; zur Entleerung des angesammelten Wassers diente ein in die Flasche dicht am Boden eingefügter Hahn, zur Erneuerung der durch das Athmen verdorbenen Luft eine in den Hals der Flasche eingelassene und mit einem Hahn zu verschliessende Glasröhre. Die unter erhöhte Spannung versetzte Luft wurde dem Thiere durch ein gebogenes Glasrohr zugeleitet, welches einerseits in den Luftbehälter ausmündete, andererseits aber durch einen Kautschuckschlauch mit einer in der Trachea des Thieres befestigten Glascanüle in Verbindung gebracht wurde; dieses Zuleitungsrohr besass einen Hahn mit anderthalbfacher Bohrung, wodurch es möglich wurde, das Thier durch eine einfache Drehung des Hahns entweder unter erhöhtem Drucke oder frei in die Atmosphäre athmen zu lassen.

Zur Verzeichnung der Respirationsbewegungen brauchte ich den schon früher beschriebenen Fühlhebel [1]), dessen Klammer mit dem Brustkorb an verschiedenen Stellen in Verbindung gebracht wurde. Zur Ausmessung des mittlern, auf gewöhnliche Weise an der *Arteria Carotis* verzeichneten Blutdruckes diente ein Wetli'sches Planimeter.

---

[1]) Diese Zeitschrift, Bd. VI, S. 537, 538.

Zu den Versuchen wurden Hunde verwendet, die in der Mehrzahl der Fälle durch Opiumtinctur betäubt waren.

Fragen wir vor Allem, inwieweit der durch unser Verfahren herbeigeführte Zustand mit dem bei der gewöhnlichen Ausathmung stattfindenden übereinkommt, so müssen wir zunächst die grosse Analogie hervorheben, die unsere Versuche mit erhöhtem künstlichen + *RD* [1]) zu dem bekannten Experimente bieten, das zuerst von Ed. Weber über den Ausathmungsdruck bei gehindertem Luftaustritte angestellt wurde, es aber der nachfolgenden Darstellung überlassen, diese Analogie in ihre Einzelheiten zu verfolgen.

Bei näherer Ueberlegung ergiebt sich, dass der durch unser Verfahren gesetzte Zustand der Brusthöhle und der in ihr gelagerten Organe in seinen Grundbedingungen mit demjenigen übereinstimmt, der durch den gewöhnlichen Exspirationsdruck bedingt wird, indem durch beide, freilich auf ganz verschiedenen Wegen, eine Verdichtung der in den Lungen enthaltenen Luft und eine Zunahme der auf den Brusteingeweiden lastenden Spannung herbeigeführt wird; dass aber zwischen beiden, schon ganz abgesehen von dem sehr wichtigen Unterschiede in der Gradation der gesetzten Veränderungen, die bei dem künstlich gesteigerten + *RD* ihren höchsten Werth erreichen können, auch einige andere nicht unwesentliche Unterschiede bestehen. So wird durch unser Verfahren der Uebergang des Blutes aus der einen Herzhälfte in die andere in Folge der grossen Ausdehnung der Lungen nach Poiseuille's [2]) Versuchen erschwert werden müssen; so wird die Aorta eine Dehnung und ihre Räumlichkeit eine Zunahme erfahren; so werden die Venen an der oberen Apertur des Brustkastens mehr oder weniger gedrückt und verschlossen werden, lauter Umstände, die der gewöhnliche Athmungsdruck nicht in seinem Gefolge hat.

Die Autopsie von Hunden, die unter dem Einflusse eines bestehenden hohen + *RD* zu Grunde gehen, zeigt einen Zustand der Brust und Baucheingeweide, wie er während des Lebens sonst wohl nie vorkommt. Die Lungen erfahren eine ungemein grosse Ausdehnung, wobei nothwendig ein Druck auf das Herz und die grossen Gefässe

[1]) + *RD* = positiver Respirationsdruck.

[2]) Comptes rendus. T. 41.

ausgeübt wird und namentlich die grösseren Venen an der oberen Apertur des Brustkastens zusammengedrückt werden; das Diaphragma wird in die Bauchhöhle hinein gedrückt und ist sehr stark gefaltet; die Leber wird unter die Hypochondrien gedrängt, ihr unterer Rand erstreckt sich bis unter die Stelle, die der Vorhaut entspricht. Alle in der Brusthöhle enthaltenen Organe sind äusserst blutleer, die Leber dagegen und die Nieren weisen einen bedeutenden Blutreichthum vor; aus dem mit den grossen Gefässen abgebundenen Herzen gewann ich an einem Hunde eine Quantität Blut, die sich nach einer annähernden Schätzung (die Gesammtmasse des Blutes zu 7% des Körpergewichtes angenommen) nur als der zwanzigste Theil der gesammten Blutmasse erwies.

Indem wir zu den beobachteten *Wirkungen des künstlichen + RD* übergehen, wobei wir beobachtete Thatsachen und Erklärungsversuche in natürlicher Verknüpfung neben einander stellen, unterscheiden wir diese Wirkungen, je nachdem sie im *Beginn der Ausübung des + RD, während der Dauer seines Bestehens* oder endlich *in der Zeit nach Aufhebung desselben* zur Beobachtung gelangen.

1. *Während der + RD von Null bis zu seinem Maximum ansteigt*, wirkt er auf das in der Brust enthaltene Blut als beschleunigende Kraft, die sich zum Herzdruck addirt; diese Wirkung spricht sich in unseren Versuchen darin aus, dass die mittlere Spannung des Blutes im arteriellen System im ersten Momente des ausgeübten + *RD* regelmässig einen Zuwachs erleidet, der zwar verschieden gross ausfallen kann und sich in seiner Grösse nach der Stärke des *RD* richtet, immer aber nur so lange besteht, als der *RD* im Ansteigen bis zu dem ihm im einzelnen Falle zukommenden Maximum begriffen ist. Die unten beigefügte Tabelle I enthält für die ausgesprochene Behauptung die nöthigen Zahlenbelege (Versuche Nr. 15, 32, 41 der Tabelle).

2. *Während seines dauernden Bestehens* erzeugt der + *RD* Wirkungen, die von den eben erwähnten sehr abweichen und im Allgemeinen sich nach der Grösse des *RD* richten.

Die beobachteten Wirkungen des bestehenden + RD waren folgende:

a) Der + RD erschwert die Athembewegungen und hebt sie bei genügender Grösse vollständig auf.

Bei einem möglichst geringen + *RD* (etwa bei 10 Millim. *Hg*) erfahren die Athembewegungen nur insofern eine Veränderung, als sie, wenn auch unbedeutend, erschwert werden. Nimmt der + *RD* zu (etwa von 10 bis 20 Millim. *Hg*), so werden die Athembewegungen mühsam und es verändert sich zugleich ihr Rhythmus, die Inspiration erfolgt rasch und ist eine ausserordentlich kurze, die Exspiration dagegen wird sehr mühsam und nimmt eine viel längere Zeit in Anspruch; der Exspiration folgt in der Regel eine lang anhaltende Pause. Bei noch weiterer Steigerung des + *RD* (über 20 Millim. *Hg*) bleiben die Athembewegungen längere Zeit hindurch vollständig aus, und zwar ist dieses eine ganz regelmässige constante Erscheinung; zuweilen kehren sie auch wieder bei fortdauerndem + *RD*, aber immer nur wenn dieser letztere unter der Höhe von 35 Millim. *Hg* bleibt und auch dann erscheinen sie nur nach längeren Zwischenräumen; nach jeder mehr weniger tiefen Inspiration folgt eine längere Pause. Das Ausbleiben der Athembewegungen kann sehr lange anhalten; ich habe in sehr zahlreichen Fällen die Athembewegung während mehrerer Minuten ausbleiben sehen.

Die Erklärung dieser Erscheinungen liegt nahe. Ein schwacher + *RD* kann in den Athembewegungen keine grosse Veränderung bewirken; die auf der Luft lastende Wassersäule hat nur eine geringe Höhe und kann daher bei einigermassen gesteigerter Anstrengung gehoben werden; es wird daher das Thier, um den nöthigen Luftaustausch zu ermöglichen, nur einer grössern Anstrengung bedürfen, als beim Athmen im freien Luftraum. Bei höherem + *RD* wird die Inspiration verhältnissmässig noch leicht erfolgen können, da sie bis zu einem gewissen Grade durch die auf der Luft lastende Spannung unterstützt wird; es wird, so zu sagen, Luft in die Lunge eingepresst; bei der Exspiration dagegen muss diese Spannung überwunden werden und dazu bedarf es schon einer bedeutenden Contractions-Anstrengung von Seiten der Exspiratoren, deren Thätigkeit noch unterstützt wird durch die in Folge der Ausdehnung wachsenden elastischen Kräfte der Lungen. Ist die Exspiration vollendet, so gewinnt natürlich die auf der Luft liegende Spannung die Oberhand, und es müssen daher kurze und leicht erfolgende Inspirationen mit mühsamen und lange

anhaltenden Exspirationen abwechseln, ganz in Uebereinstimmung mit der Wahrnehmung. Erreicht der + *RD* einen noch höhern Werth, so überwindet er die elastische Gegenwirkung der Lungen, und das Zusammenziehungsbestreben der Exspirationsmuskeln dehnt die Lunge und den Brustkorb bedeutend aus und macht jeden Luftaustausch unmöglich; mit einem Worte, beim hohen + *RD* bleiben die Athembewegungen vollkommen aus.

Das beim mässigen + *RD* zuweilen zu beobachtende Wiedererscheinen der Athembewegungen ist wahrscheinlich die Folge der Zunahme, welche die Contractionsfähigkeit und Reizbarkeit der Exspirationsmuskeln während der anhaltenden Ruhe erfährt; sie äussert sich in der Bewerkstelligung einer Exspiration, auf welche wiederum in Folge der Luftspannung eine Inspiration folgt, nach deren Ablauf die Athembewegungen wieder ausbleiben. Besteht ein mässiger + *RD* während längerer Zeit, so kann sich natürlich dieser Vorgang mehrere Male wiederholen.

Es ist besonders zu betonen, dass während der Ausübung eines + *RD* die Athembewegungen sehr lange, mehrere Minuten lang ausbleiben können, ohne auf das Thier einen nachtheiligen Einfluss zu äussern und ohne Erstickungsnoth herbeizuführen. Die Ursache dieser interessanten Erscheinung muss wohl in dem Umstande gesucht werden, dass in Folge des + *RD* die Luft dem Thiere verdichtet zugeführt wird und, wie wir weiter unten sehen werden, eine bedeutende Anhäufung von Blut im Gehirn bewirkt; dadurch wird, wenn man sich so ausdrücken kann, ein Vorrath von Sauerstoff dem verlängerten Marke geboten, und es fehlt daher die Ursache zur Erregung der automatischen Respirationsorgane; durch die Versuche mit dem negativen Respirationsdrucke wird diese Anschauung wesentlich unterstützt.

Aus einem andern Grunde noch verdient das Ausbleiben der Athembewegungen unsere Beachtung: es ist dies nämlich der einzige Fall, in Folge dessen man Blutdruckcurven erhält, die von dem Einflusse der Respiration vollkommen frei sind, in denen jeder Herzschlag dem vorhergehenden und nachfolgenden gleich ist und der Blutdruck nur diejenigen Schwankungen zeigt, die von den Zusammenziehungen des Herzens abhängig sind.

b) Der positive Respirationsdruck erschwert den Zufluss des Blutes zum Herzen, mindert den Nutzeffect des Herzens und setzt die Spannung des Blutes im Aortensysteme herab.

Dieser Einfluss steht dem + *RD* in Folge einer zweifachen Wirkung zu, einmal nämlich werden das Herz und die grossen Gefässe unter höhere Spannung versetzt, wodurch die Entfernung des in der Brusthöhle vorhandenen Blutes begünstigt, das genügende Nachströmen dagegen erschwert wird; zweitens aber wirkt der hohe + *RD* auch mechanisch, indem durch die sich übermässig aufblasenden Lungen das Herz und die grossen Gefässe, namentlich die nachgiebigen Venen, zusammengedrückt werden, wodurch wiederum der Eintritt neuen Blutes in's Herz erschwert wird.

Die zuerst genannte Wirkung, d. h. die erhöhte Spannung, unter welche die in der Brusthöhle an der äussern Lungenoberfläche gelagerten Organe in Folge eines + *RD* versetzt werden, ist der directen Messung zugänglich; ich wählte dazu, aus leicht einleuchtenden Gründen, den rechten Vorhof, in den ich durch die *Vena jugularis externa* hindurch einen elastischen Katheter einführte; während des Bestehens eines + *RD* von 125 Millim. *Hg* stieg die Spannung des Blutes im rechten Vorhof, die vor Ausübung des *RD* 4·5 Millim. *Hg* betrug, auf 30·6 Millim. *Hg* und kehrte nach dessen Aufhebung nur sehr allmälig nahezu auf ihren frühern Werth zurück, — ein genügender Beweis, wie bedeutend die durch die Athmung gesetzten Spannungsunterschiede unter Umständen werden können.

Die zweite mechanische Wirkung + *RD,* die Zusammendrückung des Herzens und der grossen Gefässe, wird durch die Autopsie hinlänglich bestätigt.

Die gemeinschaftliche Folge dieser doppelten Wirkungsweise des + *RD* ist also eine Minderung der Blutfüllung des Herzens und folglich auch eine Minderung seines Nutzeffectes und spricht sich in unseren Versuchen darin aus, dass während der Dauer des bestehenden + *RD* der mittlere Blutdruck im Aortensysteme bei fortdauerndem Herzschlage eine *Abnahme* erleidet, die Spannung des Venenblutes dagegen durch Stauung *gesteigert* wird.

Im Allgemeinen kann behauptet werden, dass die Abnahme, die

der arterielle Blutdruck erfährt, zu der Grösse des ausgeübten + *RD* im Verhältniss steht; sie ist schon bei einer geringen Höhe des *RD* genügend ausgesprochen, erreicht aber einen um desto höhern Werth je weiter der Druck gesteigert wird, und kann dann eine ungemein bedeutende werden; so habe ich Fälle beobachtet, wo der arterielle Blutdruck bis auf ein Zehntel seines ursprünglichen Werthes herabsank.

Dieses Absinken des arteriellen Blutdruckes zum Herzen ist also eine Folge der durch den gehinderten Rückfluss des Blutes zum Herzen bedingten geringern oder grössern Blutleere der Arterien; so lange aber diese letztere keinen zu hohen Grad erreicht, so lange überhaupt anstatt des Abfliessenden noch etwas Blut in's Herz nachströmen kann, so lange bleiben auch die Zusammenziehungen des Herzens für den Blutdruck wirksam, d. h. in der Blutdruckcurve sichtbar; erreicht dagegen in Folge des steigenden + *RD* die Blutleere der Arterien einen bedeutenden Grad, so vermögen die Zusammenziehungen des Herzens den geringen Blutinhalt im Arteriensystem nicht mehr in genügender Spannung zu versetzen; es verschwindet jetzt in der Blutdruckcurve der Ausdruck der Herzschläge, trotz ihres Fortbestehens, und der Blutdruck wird nun horizontal verzeichnet. Es muss hervorgehoben werden, dass diese für unsere Versuche mit dem + *RD* so charakteristische Erscheinung der horizontalen Aufzeichnung des arteriellen Blutdruckes unter Umständen ungewöhnlich lange andauern kann; so finden sich in der beigefügten Tabelle Fälle verzeichnet, wo der Blutdruck im Laufe von mehr als zwei Minuten horizontal verzeichnet wurde (Versuche Nr. 37 und 423, Tabelle I). Ich hebe hier nur noch besonders hervor, dass ich mich bei dieser Erscheinung von dem Fortbestehen der Bewegungen des Herzens mittelst in's Herz eingestochener Nadeln überzeugt habe.

Dass die Abnahme, die der arterielle Blutdruck erfährt, und so horizontales Verzeichnen bei fortbestehendem Herzschlage ihre Erklärung in der eintretenden Blutleere der Arterien finden muss, kann noch auf einem andern Wege bestätigt werden; führt man nämlich, wie ich den Versuch am Hunde angestellt habe, in den rechten Vorhof durch die *V. jugularis externa* hindurch einen Katheter ein, an dessen Ende eine feine Blase (die Harnblase eines Kaninchens) aufgebunden

ist, und versucht es, die Blase durch den hohlen Katheter hindurch im rechten Vorhof aufzublasen, so wird man genau dieselben Erscheinungen wie für den + *RD* beobachten; auch hier erfährt der arterielle Blutdruck mit wachsendem Aufblasen eine steigende Abnahme; auch hier wird diese dem Herzschlage entsprechende Excursion der Druckcurve schwach und klein, auch hier endlich wird bei genügendem Aufblasen der Blutdruck horizontal verzeichnet und sogar Herzstillstand erzeugt; diese Thatsachen können nicht auffallen, da sie eine naheliegende Erklärung zulassen. Durch das Aufblasen werden nämlich die Venenmündungen verlegt (wie ich mich durch Autopsie überzeugt habe) und das Einströmen des Blutes in's Herz gehemmt, resp. aufgehoben, also Blutleere im arteriellen Systeme erzeugt; auch hier wird also der Nutzeffect des Herzens gemindert, und diese Minderung spricht sich auch hier in dem Absinken der Excursionen der einzelnen Herzschläge und des mittlern Blutdruckes aus.

Der mittlere Blutdruck im Arteriensystem erfährt bei bestehendem + *RD* nicht selten Veränderungen, die theils mit den Athembewegungen zusammenhängen und in diesen ihre Erklärung finden, theils aber, durch andere Umstände herbeigeführt, unabhängig davon auftreten.

Wenn bei bestehendem + *RD* die vorher ausgebliebenen Athembewegungen sich wieder einstellen, so ändert sich momentan auch der Werth der Blutspannung; sowie eine Inspiration eintritt, erfährt der Blutdruck einen Zuwachs, wobei auch die Zahl der Herzschläge vermehrt wird; in der Mehrzahl der Fälle erreicht jedoch der Blutdruck seinen ursprünglichen Werth dabei nicht; wurde vorhin der Blutdruck horizontal verzeichnet, so werden nun während der Zunahme des Blutdruckes auch die Herzschläge in der Blutdruckcurve wieder sichtbar. In der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle dauert jedoch dieses Ansteigen des Blutdruckes nicht lange; ist die Inspiration vorüber, so sinkt auch der Blutdruck, unter gleichzeitiger Abnahme der Zahl der Herzschläge, nahezu zu seinem frühern Werthe zurück, um unter Umständen wieder horizontal verzeichnet zu werden. Eine Inspiration kann aber, bei bestehendem *RD*, wie wir gesehen haben, mehrere Mal auftreten, und dem entsprechend steigt auch der

Blutdruck jedesmal an. Die Tabelle enthält für diese Beobachtung genügende Zahlenbelege (Versuche Nr. 10, 18, 26 der Tabelle I).

Der Grund für diese Erscheinung ist leicht einzusehen; durch die auftretende Inspiration wird das Einströmen von Blut in's Herz, wenn auch vorübergehend, wieder ermöglicht, und es werden daher in dem nachfolgenden Zeitmomente die Arterien wieder mit Blut versehen; die Füllung und Spannung erfährt also eine rasche und bedeutende Steigerung. Auf die Ursache der Zunahme der Zahl der Herzschläge komme ich an einer andern Stelle zu sprechen. Aber diese Reihe von Vorgängen kann nicht lange anhalten, nach vollbrachter Inspiration bleiben die Athembewegungen bei fortbestehendem + *RD* wieder aus, das abfliessende Blut wird nicht genügend durch neuzuströmendes ersetzt, die Blutleere der Arterien macht sich von Neuem geltend.

Aber selbst, wenn bei hohem + *RD* keine Athembewegungen eintreten, so wird doch zuweilen für den Blutdruck (und Herzschlag) dieselbe Reihe von Erscheinungen wahrgenommen und zwar entweder in Folge von Bewegungen der Gliedmassen und des Kopfes und Zusammenziehungen der Bauchmuskeln oder scheinbar spontan, ohne äusserlich wahrnehmbare Ursache (Versuche Nr. 11, 19, 43 der Tabelle I). Diese Erscheinung fällt in ihrem Grunde mit der oben erwähnten zusammen. Was dort die Inspiration bewerkstelligte, das leistet hier der durch die Bewegungen eingeleitete Druck auf die Venen oder die in den Venen in Folge der Aufstauung bis zu einem gewissen Grade gesteigerte Spannung; alle diese Einflüsse werden nämlich nur dadurch wirksam, dass sie eine vorübergehende Füllung des Herzens (resp. der Arterien) ermöglichen. Durch die Bewegungen der Gliedmassen, durch Contractionsanstrengungen der Bauchmuskeln wird nämlich mehr oder weniger der Verschluss der Venen aufgehoben und das Blut in's Herz wieder eingepresst, oder es steigt (so müssen wir die spontane Blutdruckerhöhung erklären) die Spannung in den Venen in Folge der Stauung allmälig bis zu dem Grade an, dass sie endlich den Verschluss der Venenmündungen überwindet und eine bestimmte Quantität Blut, die für den Strom wieder nutzbar gemacht wird, in's Herz einpresst. — Aber auch hier, wie nach eingetretener Inspiration, kann das Steigen des Blutdruckes nicht lange anhalten;

der auf die Venen durch Bewegungen oder Bauchpresse ausgeübte Druck ist immer nur vorübergehend und in Folge der theilweisen Entleerung des Blutes aus den Venen sinkt auch die Spannung in ihnen; es wird daher jede Ursache zum weitern Einströmen von Blut in's Herz aufgehoben, die Arterien entleeren sich wieder des ihnen zugeführten Blutes, und ihr Inhalt kommt dadurch neuerdings unter geringere Spannung. Neue Bewegung, neue Stauung des Blutes und Steigerung des Druckes in den Venen kann den Vorgang nach einer gewissen Zeit wieder hervorrufen, und es kann daher die Steigerung des arteriellen Blutdruckes im Laufe des Versuches nach längeren oder kürzeren Zwischenräumen periodisch wiederkehren.

Dass die hier versuchte Deutung der spontanen Steigerung des Blutdruckes bei bestehendem + *RD* die richtige ist, beweist ein sehr einfacher Versuch; wird nämlich während der Dauer eines + *RD*, wenn der Blutdruck gesunken ist oder selbst horizontal verzeichnet wird, die Ursache der Erscheinung nachgeahmt, d. h. ein Druck mit der Hand auf die Halsvenen oder auf den Bauch ausgeübt, so erscheint sofort eine Steigerung des Blutdruckes, die mit einer Zunahme der Frequenz der Herzschläge im Zusammenhange auftritt (Versuche Nr. 44, 45 der Tabelle I).

Wir haben oben gesehen, dass der hohe + *RD* in Folge einer zweifachen Wirkungsweise die Zufuhr des Blutes zum Herzen mehr oder weniger erschwert und aufhebt, das Blut in den Venen staut und dessen Spannung daher vermehrt. Es ist aus theoretischen Gründen ohne Weiteres klar und bedarf wohl kaum des Beweises, dass der bestehende hohe + *RD* eine Zunahme in der Spannung des Venenblutes nothwendig zur Folge haben muss; ich habe mich aber zum Ueberfluss auch von dieser Thatsache durch directe Messung des Venendruckes überzeugt. Lässt man den Druck in der *V. jugularis externa* graphisch verzeichnen und übt dabei einen hohen + *RD* aus, so wird man regelmässig finden, dass während der Dauer desselben die Spannung in der Vene eine bedeutende Zunahme erfährt, die so lange anhält, als der + *RD* selbst, und nach dessen Lösung wieder ausgeglichen wird. So fand ich, um ein Beispiel anzuführen, in einem Versuche während der Ausübung eines + *RD* von 65 Millim. *Hg* eine

Erhöhung des Venendruckes von 2·7 Millim. *Hg* auf 11·7 Millim. *Hg*, also mehr als um das Vierfache; in einem andern Versuche bei einem + *RD* von 125 Millim. *Hg* stieg während der Dauer desselben die Spannung in der Vene von ihrem ursprünglichen Werthe von 45 Millim. *Hg* auf 17·1 Millim. *Hg*.

c) Der positive Respirationsdruck verändert die Schlagfolge des Herzens und zwar auf doppelte Weise, indem er einmal eine directe Herzreizung erzeugt und zweitens eine Vagusreizung bedingt.

Bei bestehendem + *RD* verhalten sich die Herzschläge sehr verschieden, wie es ein Blick auf die beigefügte Tab. I leicht lehren wird.

In der Mehrzahl der Fälle erleidet die Zahl der Herzschläge während der Dauer eines niedrigen oder mässigen + *RD* (etwa bis 30 oder 40 Millim. *Hg*) eine Abnahme, die Herzschläge werden seltener; es kommen aber auch Fälle vor, wo die Zahl der Herzschläge keinerlei Veränderung erfährt oder selbst eine sehr geringe Zunahme beobachtet wird; doch sind die beiden letzten Fälle immer selten im Vergleiche zum ersten. Steigt der + *RD* höher, so nimmt die Zahl der Herzschläge meist zu, doch kommen auch hier, wenn auch nur sehr selten, Ausnahmen vor. Erreicht endlich der + *RD* seinen höchsten Werth, so übt er wieder einen mindernden Einfluss auf die Zahl der Herzschläge, wobei aber wiederum Ausnahmen vorkommen können, und bewirkt endlich sogar *Stillstand des Herzens* (Versuche 31, 32, 40, 41, 42 der Tabelle I).

Von dem wirklichen Eintreten eines Stillstandes der Herzbewegung, was für den Menschen z. B. von Vierordt [1]) geleugnet wird, habe ich mich mit Hülfe des schon erwähnten Fühlhebels sowohl als auch mittelst direct in's Herz eingestossener Nadeln auf das Sorgfältigste überzeugt.

Der Stillstand des Herzens kann ziemlich lange anhalten; so habe ich ihn in mehreren Fällen über 30 Secunden lang dauern gesehen; es kann sich aber auch bei fortdauerndem + *RD* nach kürzerer oder längerer Zeit der Herzschlag wieder einstellen; nur bei sehr hohem

---

[1]) Grundriss der Physiologie des Menschen. I. Th. p. 104, Anmerkung.

+ *RD* verharrt das Herz gewöhnlich so lange in Stillstand, als der Druck fortbesteht.

Ueberlegt man etwas näher das soeben besprochene Verhalten in der Zahl der Herzschläge bei bestehendem + *RD*, so wird ohne Weiteres klar, dass man es hier nicht mit einem einfachen Einflusse zu thun hat, und man gelangt, indem man die Bedingungen näher analysirt, zu der Ueberzeugung, dass der + *RD*, wie wir es schon oben vorgreifend ausgesprochen, nach zwei Richtungen hin wirksam ist, indem er 1. eine *directe Herzreizung* einleitet und 2. eine *Vagusreizung* bedingt. Nimmt man diese beiden Wirkungen des + *RD* als wirklich bestehend an, so lässt sich aus ihrer gegenseitigen Wechselwirkung, unter Berücksichtigung der Thatsachen, die über die gleichzeitige Reizung des Herzens und des *N. vagus* mit Inductionsströmen bekannt geworden sind [1]), das so verschiedene Verhalten in der Zahl der Herzschläge bei bestehendem + *RD* unschwer ableiten. Fassen wir daher die Gründe etwas näher in's Auge, die unsere Annahme zu unterstützen scheinen.

Für eine *unmittelbare Herzreizung* sprechen mehrere Umstände und zunächst schon die mechanische Wirkung des + *RD*, in Folge derer die Lungen bedeutend aufgetrieben werden und auf das Herz einen Druck ausüben müssen; es stimmt mit dieser Anschauung die Thatsache, dass eine Zunahme in der Zahl der Herzschläge (als Folge einer Herzreizung) nur äusserst selten während des Bestehens eines geringen + *RD* beobachtet wird, fast constant dagegen auftritt, wenn der + *RD* einen höhern Werth erlangt, denn der Druck, den das Herz durch die Lungen erfährt, kann im ersten Falle nicht beträchtlich sein und daher keine Reizung bedingen, nimmt aber zu bei steigendem *RD*.

Es spricht zweitens für unsere Anschauung die schon oben erwähnte Erfahrung, dass die Zahl der Herzschläge augenblicklich und bedeutend vermehrt wird, wenn bei bestehendem *RD* Blut in's Herz eingestossen wird, sei es in Folge einer eingetretenen Inspiration oder der bis zu einem gewissen Grade gesteigerten Spannung in den Venen

[1]) Diese Zeitschrift, Bd. VI, S. 545.

oder endlich in Folge von Druck auf den Bauch und die Halsvenen, von Gliederbewegungen etc. In allen diesen Fällen befindet sich das Herz in einem Zustande, in Folge dessen es durch neu eintretende Blutmassen gereizt werden muss; wenn nämlich die Hemmung, welche der + *RD* dem Blute ausserhalb der Brust entgegensetzt, durch Anstauung oder durch Muskelbewegung, oder endlich durch mechanischen Gegendruck überwunden wird, so geht das Blut mit Pressung ins Herz ein und dasselbe erfolgt nach eingetretener Inspiration, denn das Blut langt jetzt unter hoher Spannung an; nun wird das Herz von innen und aussen, durch Blut und Lunge gedrückt, es muss also eine lebhafte Bewegung eingeleitet werden; gerade wie auch das lebende Herz, wenn es zwischen den Fingern gedrückt wird, schneller schlägt.

Drittens kann zu Gunsten einer directen Herzreizung die nicht selten von mir beobachtete Erscheinung angeführt werden, dass dem Stillstande des Herzens nicht immer eine Verlangsamung der Herzschläge vorangeht, sondern dass zuweilen, so zu sagen, ein Ueberspringen stattfindet von frequentem Herzschlag zu vollkommenem Stillstand der Herzbewegung.

Die angeführten Wahrnehmungen scheinen unsere Annahme einer unmittelbaren Herzreizung zu rechtfertigen, und ich möchte nur hervorheben, dass der Druck der Lunge auf die äussere Oberfläche des Herzens wahrscheinlich mehr als begünstigendes Moment betrachtet werden muss, während die wahre Ursache der Reizung auf der innern Oberfläche des Herzens stattfindet und sich aus dem mit Pressung einströmenden Blute ableitet.

Der erhöhte + *RD* bedingt aber auch *Vagusreizung,* welche, wenn *kein directer Reiz auf das Herz wirkt,* eine Verlangsamung der Herzbewegung einleitet.

Mit dieser Anschauung steht zunächst die Thatsache in Uebereinstimmung, dass die Verlangsamung der Herzschläge bei bestehendem + *RD* vorzugsweise bei niedrigen Druck eintritt, der das Einströmen von Blut in den Brustkasten nicht aufhebt; hier kann die Vagusreizung aus einem doppelten Grunde sich geltend machen, einmal nämlich, weil bei niederem Drucke die Zusammendrückung des Herzens

durch die Lungen nicht bedeutend werden kann, und dann, weil die Ursache zur unmittelbaren Herzreizung von der innern Oberfläche des Herzens aus wegfällt, nämlich das unter hohem Druck einströmende Blut.

Ebenso spricht für unsere Anschauung die Erfahrung, dass die Verlangsamung der Herzbewegung auch bei *sehr hohem* + *RD* auftritt, welcher alles Zuströmen zum Herzen hemmt; hier wird freilich auf die äussere Oberfläche des Herzens durch die unmässig ausgedehnten Lungen schon ein stärkerer Druck ausgeübt; wahrscheinlich wird er aber, wie wir schon erwähnt, für sich allein keine genügende Reizung des Herzens einleiten können, und da der Zufluss des Blutes zum Herzen vollkommen aufgehoben ist und durch die oben genannten Bedingungen nicht mehr hergestellt wird, so fehlt hier die directe Herzreizung.

Es spricht zweitens für uns der bei hohem + *RD* nicht selten eintretende *Herzstillstand; freilich* erreicht bei gehemmter Herzbewegung die die Vagusreizung bedingende Ursache (die wir sogleich kennen lernen werden) nicht ihr Maximum, aber dieses wird durch das Fehlen der directen Herzreizung wiederum compensirt.

Viertens kann hier angeführt werden, dass wenn bei bestehendem + *RD* in Folge früher besprochener Umstände eine bestimmte Quantität Blut von Neuem in's Herz anlangt und der Blutdruck dann unter Eintritt beschleunigter Herzbewegungen steigt, die Herzschläge alsbald wieder verlangsamt werden und der Blutdruck wieder eine Abnahme erfährt.

Endlich findet hier auch die Beobachtung ihren Platz, dass, wenn nach Lösung eines hohen + *RD* der Blutstrom wieder unter grosser Spannung zu fliessen beginnt, die Herzschläge, wie weiter unten gezeigt werden soll, fast jedesmal verlangsamt werden.

Wenn schon durch wichtige und zahlreiche Thatsachen die Annahme einer Vagusreizung gefordert wird, so wird sie durch den directen Versuch, durch den Erfolg der Vagusdurchschneidung ausser allen Zweifel gestellt. Durchschneidet man am Hunde beide *N. vagi* und lässt ihn darauf unter hohem + *RD* athmen, so bleiben alle sonstigen Erscheinungen und Wirkungen des + *RD* genau dieselben, aber die Herzschläge erleiden nunmehr *keine Verlangsamung* und

selbst der höchstmöglich gesteigerte Druck vermag *keinen Herzstillstand* mehr herbeizuführen. Ich habe diesen Versuch oft wiederholt namentlich in denjenigen Fällen, wo ich vor der Durchschneidung einen ausgezeichneten Stillstand beobachtet und erhielt dabei constant dasselbe Resultat.

Durch die vorhergehende Betrachtung glaube ich also dargelegt zu haben, dass der + *RD* eine Vagusreizung bedingt, zu der sich unter Umständen, die der Analyse mehr oder weniger zugänglich sind, noch eine directe Herzreizung hinzugesellt. Aus ihrer beiderseitigen Wirkung, aus dem wechselnden Ueberwiegen der einen oder der andern, mag dieses von zufälligen Bedingungen des Versuches oder von constitutionellen Bedingungen des Organismus abhängen, erklärt sich dann ungezwungen der im Versuch so verschieden auftretende Einfluss des + *RD* auf die Schlagfolge des Herzens.

Wir müssen es jetzt versuchen, dem Grunde des veränderten Erregungszustandes der *N. vagi* näher nachzugehen.

d) Der positive Respirationsdruck erzeugt Hirndruck.

Das Blut, dessen Einströmen in's Herz in Folge des + *RD* gehemmt und sogar aufgehoben wird, sammelt sich in den grösseren Venen an und bedingt daselbst eine Stauung, die der Messung zugänglich ist; in Folge des so behinderten Abflusses des Blutes aus den oberen Körpermassen muss eine Stauung des Blutes vorzugsweise in den Kopfvenen eintreten; die Schwellung der Hals- und Gesichtsvenen giebt schon ein Zeugniss davon, der directe Versuch bestätigt dieses auf das Vollkommenste und erhebt eine Ueberfüllung der venösen Sinus der harten Hirnhaut mit Blut über allen Zweifel. Bei diesen Versuchen verfuhr ich auf die Art, dass ich beim Hunde in der Mittellinie des Schädels zwischen beiden *Musculi temporales*, ziemlich dicht vor der *crista occipitalis externa*, eine kleine (ungefähr $1^1/_2$ Millim. breite) Oeffnung mittelst eines Bohrers anbrachte, in dieselbe eine mit einer Schraubenwindung versehene und genau passende Canüle einschraubte und diese letztere mittelst eines kurzen Kautschukschlauches mit einer gebogenen Glasröhre von entsprechender Weite in Verbindung brachte, die bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt war. — Der Eintritt einer kleinen Quantität Luft

in die Schädelhöhle konnte hierbei natürlich nicht vermieden werden, hatte aber für unsere Zwecke keine weitere Bedeutung. Mittelst einer stumpf zugespitzten Nadel wurde durch die Canüle hindurch, ohne Beschädigung der Hirnsubstanz, in den *Sinus longitudinalis* der harten Hirnhaut eine feine Oeffnung gemacht, wovon ich mich jedesmal durch Autopsie überzeugte; die in der Röhre befindliche Wassersäule führte unter dem Einflusse der Respirationsbewegungen und des Herzschlages die bekannten Schwankungen aus. Wurde nun der Stand des Wassers in der Röhre notirt, während das Thier frei in die Luft athmete, und darauf durch Schliessen des Hahns rasch ein + *RD* ausgeübt, so stieg auch (wenn nur während der Operation kein zu starker Blutverlust eingetreten war) momentan mit der Einführung des + *RD* das Wasser in der Röhre, erhielt sich während der ganzen Dauer seiner Ausübung auf derselben Höhe und sank nach Aufhebung desselben auf seine frühere Höhe zurück. Um ein Beispiel anzuführen, so stieg es in einem meiner Versuche bei einem + *RD* von 30 Millim. *Hg* um 20 Millim, in einem andern, bei einem + *RD* von 66 Millim. *Hg* um 40 Millim. Besonders hervorzuheben ist die Wahrnehmung, dass dieses Resultat schon bei niederm + *RD* eintritt. Die Autopsie von Hunden, die in Folge hohen und auffallenden + *RD* zu Grunde gehen, bietet auch eine Bestätigung unserer Voraussetzung; es finden sich nämlich immer eine Ueberfüllung der Hirngefässe mit Blut und unter Umständen selbst capillare Blutergüsse in die Hirnsubstanz.

Die Versuche endlich, die man mit dem + *RD* an sich selbst anstellen kann, lehren wiederum dasselbe, denn sie bieten alle Erscheinungen einer ausgesprochenen Congestion nach dem Kopfe dar.

Fragt man, unter welchen Umständen dieser Hirndruck am grössten sein und am längsten anhalten wird, so lässt hier der Versuch im Stiche, aber aus theoretischen Gründen lässt sich aussagen, dass dieses der Fall sein wird — 1. wenn der Zufluss von Blut unter hohem Drucke geschieht, ohne dass der Abfluss erleichtert ist, sei es, dass dieses durch die eingetretenen und nicht sogleich zu beseitigenden Hemmungen im Capillarsystem oder durch den noch bestehenden + *RD* bestimmt wird; 2. wenn durch Bewegungen der

unteren Körpertheile oder durch Druck auf den Bauch wieder Blut in's Herz getrieben wird, während es aus dem Kopf am Abfliessen gehindert ist.

Dieser Hirndruck ist es nun, auf den der veränderte Erregungszustand der *N. vagi* bezogen werden muss und der uns zu der Annahme zwingt, dass die Ursache der Erregung der *N. vagi* an deren centrale Ursprungsstellen in das verlängerte Mark zu verlegen ist. Dafür spricht 1. der Umstand, dass, wenn die Reizung am Herzende der *N. vagi* vorhanden wäre, die Verlangsamung der Herzschläge auch nach der Vagusdurchschneidung fortdauern müsste; 2. zeigt aber auch der directe Versuch, dass die Stauung des Blutes, resp. der dadurch ausgeübte Druck, nicht aber Sauerstoffmangel oder der wenn auch factisch vergebliche Versuch, zur Athembewegung die Ursache der Vagusreizung ist. Wird nämlich bei bestehendem + *RD* und dadurch verlangsamter Herzbewegung ein Aderlass aus einer das Hirnblut aufnehmende Venen bewerkstelligt (was ich an der *Vena jugularis externa* that), so wird sofort der Herzschlag beschleunigt, wobei auch der Blutdruck in d. a. *carotis* eine Steigerung erfährt; schnürt man die geöffnete Vene wieder zu, so tritt auch wiederum Verlangsamung der Herzschläge unter Abnahme des arteriellen Blutdruckes ein (Versuch Nr. 46, 47, 48 der Tabelle I). Das hier eintretende Steigen des arteriellen Blutdruckes erklärt sich daraus, dass durch die Herzbewegung das etwa vorhandene Blut wieder nutzbar gemacht wird.

3) Die Erscheinungen, welche eintreten, wenn der + *RD* von *seinem Maximum wieder auf Null herabgesunken,* bieten wenig Charakteristisches, denn sie bestehen im Allgemeinen nur in einer länger oder kürzer dauernden Nachwirkung und einer darauf folgenden Ausgleichung derjenigen Einflüsse, die der + *RD* während seines Bestehens bedingt hatte.

Die *Athembewegungen* stellen sich auch nach Aufhebung des + *RD* wieder ein und zwar sofort, wenn der Druck ein mässiger war (bis etwa 25 bis 30 Millim *Hg*), wobei sie frequenter und tiefer werden, oder erst eine geraume Zeit nachher, wenn der Druck bedeutend war; je höher der + *RD* steigt, um so später kehren auch die Athem-

bewegungen nach dessen Lösung wieder. Waren bei niedrigem + *RD* die Athembewegungen gar nicht ausgeblieben, so erleiden sie nach Aufhebung desselben nur insofern eine Veränderung, als sie jetzt an Tiefe und Frequenz zunehmen. – Der Umstand, dass nach einem hohen + *RD* die Athembewegungen noch längere Zeit hindurch ausbleiben, muss wahrscheinlich auf Rechnung einer Veränderung gesetzt werden, die der Erregungszustand der automatischen Respirationsorgane erfahren hat, und wird durch Ermüdung der Respirationsmuskeln und die durch übermässige Ausdehnung der Lunge bedingte Abnahme ihrer elastischen Kräfte (?) wohl wesentlich unterstützt.

Der *arterielle Blutdruck* steigt nach Aufhebung des + *RD* in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle rasch und bedeutend an, denn das in's Herz aus den Venen ankommende Blut langt unter hoher Spannung an und wird für den Strom sogleich nutzbar gemacht. Diese Steigerung des Blutdruckes hält aber in der Regel nicht lange an und im weiteren Verlaufe der Zeit kehrt der Blutdruck nach einigen Schwankungen nahezu zu seinem ursprünglichen Werthe zurück, denn dieses Steigen kann ja nur so lange anhalten als die höhere Spannung in den Venen anhält und diese letztere wird unter gewöhnlichen Umständen durch das nun ermöglichte Einströmen von Blut in's Herz ziemlich rasch ausgeglichen; genau lässt sich natürlich die Dauer des Ansteigens nicht voraus bestimmen, eben so wenig voraussagen, ob nach Aufhebung des + *RD* der Blutdruck schliesslich zu seiner früheren Höhe zurückkehren wird oder dieselbe längere Zeit hindurch übersteigen oder endlich auch unter derselben zurück bleiben wird; im Versuche kommen alle drei Fälle ziemlich gleich oft zum Vorschein; natürlich wird hier Alles darauf ankommen, wie rasch im einzelnen Falle die Spannung in den Venen ausgeglichen wird und wie sich das Verhältniss des weiteren Zuflusses von Blut zum Abflusse gestattet.

Das Verhalten des Blutdruckes nach Aufhebung des + *RD* erfährt fast constant eine Modification, wenn dieser letztere einen sehr bedeutenden Werth erhält (etwa über 75 bis 150 Millim. *Hg.*), in diesem Falle nämlich steigt der Blutdruck nicht sogleich wieder an,

sondern behauptet sich auf seiner früheren Höhe oder erfährt selbst in extremen Fällen ein weiteres Sinken, um nach einer bestimmten, in verschiedenen Fällen variablen, aber im Ganzen kurzen Zeit in gewohnter Weise anzusteigen (Versuche Nr. 21, 22 der Tabelle I). Wie schon angeführt, gilt genau dasselbe für die Athembewegungen, auch sie bleiben nach Lösung eines sehr bedeutenden + *RD* eine Zeit lang noch aus; hier muss nun hervorgehoben werden, dass diese beiden Erscheinungen immer Hand in Hand gehen und dass der Blutdruck sofort zu steigen beginnt, wenn die Respirationsbewegungen sich wieder einstellen. In dem Ausbleiben der Athembewegungen und der dadurch bedingten ungenügenden Zufuhr von Blut findet also die für den Blutdruck hervorgehobene Erscheinung ihre Erklärung.

Die erhöhte Spannung in den Venen wird nach Aufhebung des + *RD* mehr oder weniger rasch ausgeglichen, aber auch hier wiederum findet dasselbe Statt wie für den Arteriendruck; auch hier nämlich erfolgt nach Lösung eines sehr hohen + *RD* die Abnahme des Venendruckes nicht momentan, sondern erst einige Zeit später und allmälig; so habe ich zuweilen nach einigen Secunden eine geringe Nachwirkung, daher eine im Vergleich zur urspünglichen etwas höhere Spannung constatiren können; im Allgemeinen kann jedoch ausgesagt werden, dass der Venendruck eher, als derjenige in den Arterien, zu seiner früheren Höhe zurückkehrt.

Die *Herzschläge* sind nach Aufhebung des + *RD* fast ohne Ausnahme gross, stark und sehr selten; unter mehr als 100 Fällen habe ich nur einige wenige beobachtet (die auch alle als interessante Besonderheiten in die Tabelle I aufgenommen sind — Nr. 7, 9, 11, 12, 14, 17), in welchen nach Lösung des + *RD* frequenter Herzschlag notirt worden ist, und noch muss dabei erwähnt werden, dass es gerade diejenigen Fälle waren, wo auch während der Dauer des + *RD* die Zahl der Herzschläge eine Zunahme erfahren hatte. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle tritt aber immer eine *Verlangsamung* des Herzschlages ein; sie macht sich schon bei einem geringen + *RD* geltend, wächst aber im Ganzen mit steigendem Drucke, unter Umständen kann sie eine sehr bedeutende werden; so finden sich in der

Tabelle Fälle verzeichnet, wo die Zahl der Herzschläge vor Ausübung des + *RD* sich zu derjenigen nach Aufhebung desselben wie 1 zu 0·41 und 1 zu 0·38 verhielt. — Nach Aufhebung des + *RD* hält diese Verlangsamung des Herzschlages noch eine gewisse Zeit an, wird aber allmälig immer schwächer und schwächer, bis schliesslich die Zahl der Herzschläge zu ihrem früheren Werthe zurückkehrt. Diese allmälige Ausgleichung der Nachwirkung geschieht in manchen Fällen so stetig und progressiv, dass sie sehr deutlich in der Blutdruckcurve mit den Augen verfolgt werden kann; ausgezeichnete Beispiele bieten die Versuche Nr. 33 I, 34 und 43 der Tabelle I. Es wird wohl nach dem früher Gesagten nicht auffallen, wenn wir diese Verlangsamung des Herzschlages als Nachwirkung der bestandenen Vagusreizung auffassen. Dass diese sich vorzugsweise geltend macht, während die bei bestehendem + *RD* auch auftretende unmittelbare Herzreizung nach Aufhebung des Druckes nur äusserst selten zur Wirkung gelangt, findet die nöthige Begründung in dem Umstand, dass die Ursache der Vagusreizung, der Hirndruck nämlich, auch nach Lösung des + *RD*, wie wir sogleich erfahren werden, einige Zeit bestehen bleibt, während dieses für die unmittelbare Herzreizung nicht der Fall ist. Bestätigt wird diese Annahme durch den Erfolg der Vagusdurchschneidung, wo die Verlangsamung des Herzschlages auch nach Aufhebung des + *RD* absolut fehlt.

Was schliesslich die *Stauung des Blutes in den Hirnvenen* betrifft, so muss hier der Umstand hervorgehoben werden, dass nach einem bedeutenden + *RD* die Ausgleichung dieser Veränderung auch nur sehr allmälig erfolgt, was wahrscheinlich Hemmungen im Capillarsystem zuzuschreiben ist, dass dagegen diese Ausgleichung sofort eintritt, sowie eine Inspiration sich einstellt, die den Abfluss von Blut aus dem Kopfe begünstigt.

Der künstlich erzeugte + *RD* wird von Hunden lange Zeit hindurch ohne nachtheiligen Einfluss ertragen und zwar sowohl das lange Bestehen desselben als auch die während einer längeren Zeit fortgesetzte wiederholte Ausübung; ein Zeugniss davon geben die Versuche Nr. 37, 42, 44, 45, 46, 48 unserer Tabelle I, wo die Dauer eines ein-

mal ausgeübten + *RD* mehr als 2 Minuten betrug, wobei noch ausserdem zu berücksichtigen ist, dass die den Lungen zugeführte Luft während dieser Zeit nicht erneuert wurde, und die Versuche Nr. 1—16, die alle an einem und demselben Hunde in der angeführten Reihenfolge im Laufe von 3—4 Stunden gewonnen sind.

Erwähnen muss ich aber, dass nach zu lange fortgesetzter Ausübung eines übermässig gesteigerten + *RD* zuweilen, namentlich bei heruntergekommenen Hunden, sich Anfälle von Krämpfen einstellen, die meist periodisch nach längeren oder kürzeren Zwischenräumen wiederkehren; aber selbst diese lassen sich durch länger anhaltende Ruhe fast immer beseitigen. Ihr Ursprung ist wahrscheinlich in der beobachteten Stauung des Blutes in den Centraltheilen des Nervensystems zu suchen; das Wie ihrer Entstehung bleibt natürlich vollkommen dunkel.

Endlich kann man selbst den Tod des Thieres durch den + *RD* herbeiführen, aber dieses gelingt nur, wenn ein ungemein hoher + *RD* während sehr langer Zeit, namentlich bei kleinen und elenden Hunden ausgeübt wird; ob der Tod in Folge des Stillstandes der Herzbewegung oder wegen der schliesslich sich einstellenden Athemnoth aus Sauerstoffmangel erfolgt, mag dahingestellt bleiben.

Auch an mir selbst habe ich die Versuche über die Wirkung des + *RD* angestellt, theils um die subjectiven Erscheinungen kennen zu lernen, theils aber auch um die an Hunden gewonnenen Erfahrungen direct am Menschen zu prüfen. Dabei wurde die Nase zugehalten und die Tracheacanüle mit dem Munde möglichst genau umschlossen; ein Gehülfe prüfte den Puls an der *Arteria radialis* und sorgte für die Herstellung des + *RD*. Die Erscheinungen, die dabei auftraten, waren constant und standen nahezu im Einklange mit den am Hunde wahrgenommenen. Bei schwachem Drucke gelang es, die Athembewegungen durch starke Anstrengung der Exspirationsmuskeln mühsam zu unterhalten; bei einem höhern + *RD* trat ein peinliches Gefühl von Beklemmung ein, das zu gewaltsamen, aber bei hohem Drucke durchaus fruchtlosen Ausathmungsversuchen zwang; mit steigendem Drucke entstand Röthe und Schwellung des Gesichtes und Halses, die Augen

thränten und traten hervor, es stellte sich Ohrensausen ein, kurz alle Erscheinungen einer ausgesprochenen Congestion nach dem Kopfe; bei längerer Dauer des Versuches entstand sogar Schmerz in der Hinterhauptgegend. Was den Puls betrifft, so glaube ich bemerkt zu haben, dass bei niederm + *RD* eine Zunahme der Zahl der Herzschläge eintrat, die bei steigendem Drucke einer Verlangsamung der Pulsschläge wich, also ein von der bei Hunden gemachten Wahrnehmung etwas verschiedenes Verhalten; doch will ich auf diesen Umstand keinen besondern Werth gelegt wissen, da die Zählung der Pulsschläge nicht mittelst der graphischen Methode, sondern bloss durch den tastenden Finger geschah. Bei einem hohen + *RD* wurden die Pulsschläge äusserst schwach und konnten schliesslich nicht mehr wahrgenommen werden; ob wirklicher Herzstillstand eintrat, ist hier schwer zu entscheiden. Diese Versuche bieten eine mögliche Erklärungsweise für die Meinungsdifferenz, die in Betreff der Zahl der Pulsschläge zwischen Ed. Weber und Donders besteht.

Nach Lösung des + *RD* war der Puls ohne Ausnahme gross, selten und stark, was auch Donders [1]) für seine Versuche hervorhebt. Trotz aller Willensanstrengung war es einem hohen + *RD* wegen des peinlichen Gefühles der Beklemmung und Athemnoth unmöglich, diese interessanten Versuche lange Zeit fortzusetzen.

Die Versuche mit dem + *RD* bieten, ganz abgesehen von ihrem Werth für die richtige Auffassung des Einflusses der Athembewegungen, auch insofern einiges Interesse, als sie die von Brunner [2]) ausgeführten Messungen der Spannung des ruhenden Blutes bestätigen; durch den hohen + *RD* werden nämlich die dazu erforderlichen Bedingungen — Stillstand der Bewegungen des Herzens, des Brustkastens und der Gliedmassen — unter Beihülfe der Opiumbetäubung wirklich erzeugt und zwar, für den unerlässlichen Stillstand der Respirations-

---

[1]) L. c. p. 245.

[2]) Ueber die mittlere Spannung im Gefässsystem. Zürich 1854.

bewegungen wenigstens, leichter und sicherer als durch das von Brunner eingeschlagene Verfahren. Unter diesen Bedingungen stellten sich nun in meinen Versuchen für den absoluten Werth des Blutdruckes Zahlen heraus, die zwar von einander bei verschiedenen Hunden nicht unbeträchtlich abweichen, aber mit den von Brunner gefundenen eine auffallende Uebereinstimmung darboten. Es liegt für unsere Zwecke zu weit, hier darauf näher einzugehen; es genügt, darauf hingewiesen zu haben.

Legen wir uns schliesslich die Frage vor, welche von den beobachteten Wirkungen des + *RD* für unsere Aufgabe besonders wichtig zu sein scheinen, so müssen wir, unter Hinweisung auf die spätere Begründung, drei Wirkungen des + *RD*, als maassgebend für die richtige Beurtheilung des Einflusses der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck, besonders hervorheben — zuerst die beschleunigende Kraft, die der + *RD* während seines Ansteigens ausübt, dann den während der Dauer des + *RD* auftretenden erschwerten Rückfluss des Blutes zum Herzen und die dadurch bedingte Abnahme des Nutzeffectes des Herzens und der Spannung im Athemsysteme und endlich die Stauung des Blutes in den Venen und Capillaren des Gehirns und die daraus resultirende Vagusreizung.

Die nachstehende Tabelle enthält die nöthigen Zahlenbelege für die bis dahin aufgestellten Behauptungen, die Versuche sind in ihr bei jedem einzelnen Hunde in derjenigen Reihenfolge ausgeführt, in welcher sie gewonnen wurden; die Grösse des + *RD*, die durch die Höhe der auf der Luft lastenden Wassersäule bedingt ist und in den Versuchen durch Ablesen des Standes dieser letzteren an der graduirten Glasröhre bestimmt wurde, ist in der Tabelle auf Mill. *Hg* reducirt. Das Unsichtbarwerden der Pulsschläge in der Blutdruckcurve, d h. das horinzontale Verzeichnen des Blutdruckes ist durch „horizontal" ausgedrückt. In den Bemerkungen bedeutet *RBw*—Respirationsbewegungen, *HSchl*—Herzschlag, *HSt*—Herzstillstand.

Bei Gebrauch der Tabelle ist endlich zu berücksichtigen, dass, wenn die in der Abhandlung als Besonderheiten bezeichneten Fälle in der Tabelle verhältnissmässig oft vorkommen, dieses dem Umstande beizumessen ist, dass des beschränkten Raumes wegen weniger als die Hälfte der wirklich angestellten Versuche in die Tabelle aufgenommen wurde, so dass für die constant auftretenden Fälle nur einige Beispiele gewählt worden sind, während gerade die Ausnahmsfälle, als interessante Belege für die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, nahezu alle in der Tabelle ihren Platz gefunden haben.

I. Tabelle für den posi-

Nr. des Versuchsthieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Secunden	Vor Ausübung des *RD*		Während der Dauer des *RD*				
				Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Blutdruck in Mm. *Hg*	Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden.	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1
I	1	11	25·8	130	83·2	7·9	106	0·81	82·3	0·98
						Von 9·3 bis 25·8	34	0·26	81·0	0·97
	2	8	13·2	120	95·4	—	110	0·91	96·2[1]	1·00
	3	11	22·0	110	105·9	Unmittelbar	100	0·90		
						6·0	90	0·81	101·7	0·96
						18·0	40	0·36		
	4	11	23·1	80	118·3	2·0	70	0·88		
						8·0	85	1·06	117·2	0·99
						16·0	75	0·93		
	5	13	20·9	60	110·7	—	60	1·00	110·7	1·00
	6	14	22·8	60	108·0	4·7	50	0·90	81·0	0·75
						Von 4·7 bis 22·8			113·3	1·04
	7	18	21·4	45	112·6	Unmittelbar	45	1·00	—	—
						5·2	—	—	100·8	0·89
						Von 5·2 bis 21·4	84[2]	1·86	125·1	1·11
							52[3]	1·15		
	8	26	17·2	55	113·8	Von 0 bis 8·0	65	1·18	95·4	0·83
						„ 8·0 „ 14·0	50	0·90		
	9	33	22·8	58	139·2	Unmittelbar	50	0·86	—	—
						5·6	—	—	102 6	0·75
						6.0	100	1·72	127·7	0·91
						Von 6·0 bis 22·8	90	1·55		
	10	48	19·3	50	116·1	Von 0 bis 6·0	55	1·10	87·0	0·75
						„ 6·0 „ 19·3[4]	95	1·72	112·5	0·96
	11	62	21·4	45	128·4	Von 0 bis 7·3	50	1·11	—	—
						„ 7·3 „ 8·6	horizontal		76·3	0·59
						„ 8·6 „ 21·4	109	2·42	—	—
						19·0	—	—	114·3[5]	0·88
	12	74	17·6	50	138·3	Von 0 bis 9·3	59	1·15		
						10·0	—	—	87·3	0·63
						„ 10·0 bis 17·6	109	2·19		

iven Respirationsdruck.

Nach Aufhebung des *RD*					Bemerkungen
Zeit nach Aufhebung des *RD* in Secunden.	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1	
2·0	80	0·61	84·3	1·01	Fortdauer der RBw. während des *RD*.
6·0	100	0·76			
—	80	0·66	96 2	1·00	Fortdauer der RBw. [1] Das Steigen des Blutdruckes war hier Folge einer Inspiration.
Unmittelbar	68	0·61	103·2	0·97	Fortdauer der RBw.
7·0	109	0·99			
3·0	80	1·00	114·9	0·97	Fortdauer der RBw.
—	60	1·00	113·4	1·02	Fortd. d. RBw. b. veränd. Rhythmus.
—	60	1·00	113·6	1·04	Erschwerte Fortdauer der RBw. bei sehr verändertem Rhythmus.
—	54	1·20	119·7	1·06	Erschwerte Fortdauer der RBw. bei verändertem Rhythmus. [2] Während der Inspiration. [3] Während der Exspiration.
Von 0 bis 8·0	38	0·69	125·5	1·10	Ausbleiben der RBw. während der Dauer des *RD*.
„ 8·0 „ 10·0	85	1·54			
5·0	60	1·03	—	—	Ausbleiben der RBw.
Von 0 bis 11·0	40	0·80	123·2	1·06	Ausbleiben der RBw. [4] Während dieser Zeit fand eine Inspiration Statt.
n Ende d. Versuch.	50	1·00			
—	—	—	122·6	0·95	Ausbleiben der RBw. und horizontales Verzeichnen d. Blutdruckes bei fortbestehendem Herzschlage. [5] Ist eine sog. spontane Erhebung.
Von 0 bis 3·5	90	2.00			
—	—	—			
Ende d. Versuch.	45	1·00			
Unmittelbar	54	1·08	122·5	0·88	Ausbleiben der RBw.
—	—	—			
Zu Ende d. Versuch.	50	1·00			

Nr. des Versuchstieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Sekunden	Vor Ausübung des *RD*: Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Vor Ausübung des *RD*: Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Während der Dauer des *RD*: Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden	Während der Dauer des *RD*: Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Während der Dauer des *RD*: Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Während der Dauer des *RD*: Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Während der Dauer des *RD*: Verhältniszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1
	13	96	22·5	54	133·1	Unmittelbar	54	1·00	—	—
						12·0	136	2·51	69·4	0·52
	14	118	17·6	50	110·2	Von 0 bis 6·2	54	1·08	37·8	0·34
						„ 6·2 „ 10·2	horizontal			
						„ 10·2 „ 17·6	118	2·36		
	15	26	14·3	45	101·7	Von 0 bis 4·4	50	1·11	110·6	1·08
						„ 4·4 „ 6·5	—	—	81·9	0·80
						„ 6·5 „ 10·7	100[1]	2·22	—	—
						„ 10·7 „ 14·3	54	1·20	110·2	1·08
	16	37	14·3	45	109·7	Von 0 bis 5·5	54	1·20	—	—
						„ 5·5 „ 6·3	—	—	72·0	0·65
						„ 6·3 „ 14·3	118	2·62	—	—
						14·3	—	—	104·4	0·95
II	17	29	10·4	65	90·0	—	56	0·86	52·4	0·58
	18	18	49·3	50	86·6	Von 0 bis 7·5	50	1·00	—	—
						7·5	—	—	62·0	0·71
						„ 7·5 „ 14·2	84	1·68	—	—
						14·2	—	—	89·3	1·03
						„ 14·2 „ 17·4	62	1·24	—	—
						„ 17·4 „ 18·3[2]	90	1·80	97·6	1·12
						„ 18·3 „ 26·9[3]	43	0·86	58·9	0·67
						„ 26·9 „ 34·9[4]	84	1·68	—	—
						„ 34·9 „ 49·3[5]	65	1·30	92·0	1·06
	19	51	44·3	47	98·7	Von 0 bis 11·2	31	0·66	—	—
						„ 11·2 „ 23·3	horizontal		43·2	0·43
						„ 23·3 „ 32·1[6]	84	1·78	136·3	1·38
						„ 32·1 „ 44·3	28	0·59	73·8	0·74
	20	70	20·3	112	144·0	—	horizontal		28·8	0·20
	21	80	11·2	125	127·8	—	horizontal		54·0	0·42
			I 7·4				47	0·50	14·4	0·22
			II 4·8				horizontal		18·9	0·30
III	22	66	III 4·9	94	62·9	—	horizontal		19.8	0·31

Nach Aufhebung des *RD*					
nach Aufhebung des *RD* in Secunden.	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1	Bemerkungen
Ende d. Versuch.	54	1·00	131·6	0·98	Ausbleiben der RBw. und horizontales Verzeichnen d. Blutdruckes.
Von 0 bis 3·8	63	1·26	102·8	0·93	Ausbleiben der RBw. und horizontales Verzeichnen d. Blutdruckes.
„ 3·8 „ Ende	54	1·08			
—	45	1·00	117·2	1·13	Mühsame u. unvollkommene Fortdauer der RBw. [1] Fällt auf eine Inspiration.
Unmittelbar	—	—	125·0	1·13	Ausbleiben der RBw.
Von 0 bis 6·9	45	1·00	—	—	
Vor Ende	37	0·82	110·2	1·00	
Von 0 bis 3·0	96	1·47	71·1	0·79	Ausbleiben der RBw.
Zu Ende	65	1·00	79·4	0·88	
n 0 bis 4·8	50	1·00	100·0	1·16	Ausbleiben der RBw., die sich während der Dauer des *RD* theilweise wieder einstellen. [2] Inspiration. [3] Exspiration. [4] Inspiration. [5] Exspiration.
„ 4·8 „ Ende	56	1·10	89·1	1·02	
Unmittelbar	25	0·53	—	—	Ausbleiben der RBw., Fortbestehen der Herzschl. [6] Ohne eingetretene Inspiration.
Ende d. Versuch.	37	0·80	133·2	1·34	
—	112	1·00	144·8	1·00	Ausbleiben der RBw. Beide *N. vagi* durchschnitten; kein HSt.
Unmittelbar	125	1·00	29·7	0.23	Ausbleiben der RBw.
Zu Ende			153·0	1·19	Beide *N. vagi* durchschnitten; kein HSt.
—	52	0·55	40·5	0·64	9·6 nach Lös. erfolgt neuer Schluss.
—	44	0·46	48·3	0·76	14·1 nach Lös. wieder neuer Schluss.
Unmittelbar	58	0·61	65·6	1·04	Ausbl. der RBw., die sich sogleich nach Aufhebung des RD. wieder einstellen. Fortdauer d. HSc.lh
Zu Ende	76	0·80			

Nr. des Versuchstieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Secunden	Vor Ausübung des *RD*: Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Vor Ausübung des *RD*: Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Während der Dauer des *RD*: Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden	Während der Dauer des *RD*: Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Während der Dauer des *RD*: Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Während der Dauer des *RD*: Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Während der Dauer des *RD*: Verhältniszahl d. Blutdruckes vor d. *RD* = 1
	23	74	I 10·2 II 11·0	76	70·8	—	47 58	0·61 0·76	19·8 19·8	0·28 0·28
	24	7	24·3	46	54·0	—	46	1·00	53·1	0·98
IV	25	14	25·2	60	46·2	—	60	1·00	35·6	0·77
	26	21	25·2	53	49·0	Von 0 bis 4·5 „ 4·5 „ 10·8 „ 10·8 „ 25·2[1]	66 horizontal 60	1·24 1·13	— 36·0 49·7	— 0·73 1·01
	27	37	26·4	53	59·3	Von 0 bis 7·2 „ 7·2 „ 16·6 „ 16·6 „ 26·4[2]	50 horizontal 33	0·94 0.62	— 25·2 49·4	— 0·42 0·83
	28	52	19·9	36	61·6	Von 0 bis 7·5 „ 7·5 „ 19·9	36 horizontal	1·00 	— 23·4	— 0.38
	29	66	15·6	40	53·5	Von 0 bis 5·2 „ 5·2 „ 15·6	40 horizontal	1·00 	— 19·8	— 0·37
	30	92	13·0	46	51·0	Von 0 bis 4·5 „ 4·5 „ 13·0	40 horizontal	0·87 	— 19·8	— 0·38
	31	111	20·1	33	46·7	Von 0 bis 4·5 „ 4·5 „ 20·1	horizontal 33	 1·00	 32·2	 0·69
	32	130	18·7	—	91·1	Unmittelbar Währ. d. übr. Dauer	— —	— —	109·5 54·9	1·20 0·60
V	33	66	I 10·5 II 18·7	105	70·2	—	horizontal horizontal	 	14·4 19·9	0·20 0·28

Nach Aufhebung des *RD*					
Zeit nach Aufhebung des *RD* in 30 Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältnisszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältnisszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1	Bemerkungen
—	61	0·80	57·3	0·80	Ausbleiben der Athembewegungen, das noch einige Zeit nach Aufhebung des *RD* anhält.
Unmittelbar	58	0·76	62·7	0·87	Fortdauer der HSchl.
—	76	1·00	67·2	0·94	Der zweite Schluss geschah nach Lösung des ersten.
—	40	0·87	47·3	0·89	Fortdauer d. RBw.
—	46	0·76	56·9	1·23	Ausbleiben u. Wiederkehr d. RBw.
Unmittelbar	46	0·86	55·7	1·13	Ausbleiben und theilweise Wiederkehr d. RBw.
Zu Ende	53	1·00	53·0	1·08	Fortdauer der HSchl.
					[1] Bezieht sich auf eine Inspiration.
Von 0 bis 4·5	46	0·86	77·6	1·14	Ausbleiben und theilweise Wiederkehr der RBw.
„ 4·5 „ Ende	33	0·62			Fortdauer der HSchl.
					[2] Fällt auf eine Inspiration.
Von 0 bis 3·2	horizontal		23·4	0·38	Ausbleiben der RBw.
„ 3·2 „ Ende	36	1·00	98·5	1·59	Fortdauer der HSchl.
Von 0 bis 3·0	horizontal		19·8	0·37	Ausbleiben der RBw.
Unmittelbar darauf	33	0·82	82·7	1·54	Fortdauer der HSchl.
Zu Ende	—	—	49·9	0·92	
Von 0 bis 4·2	horizontal		16·2	0·31	Ausbleiben der RBw.
„ 4·2 „ Ende	26	0·56	46·8	0·91	Fortdauer der HSchl.
Von 0 bis 6·9	horizontal		21·6	0·46	Ausbleiben der RBw.
„ 6·9 „ Ende	33	1·00	72·8	1·55	Stillstand des Herzens.
Unmittelbar	—	—	30·6	0·33	Ausbleiben der RBw.
Zu Ende	—	—	77·4	0·81	Stillstand des Herzens.
Von 0 bis 15·3	61	0·58			Ausbleiben d. RBw., das noch eine Zeit lang die Lösung des *RD* überdauert; Fortdauer des Herzschl., der während des horizontalen Verzeichnens des Blutdruckes schwach und selten ist.
„ 15·3 „ 20·4	76	0·72	53·2	0·75	
„ 20·4 „ 25·5	88	0·83			
„ 25·5 „ 32·6	106	1·00			32″6 nach Lösung neuer Schluss.
Unmittelbar	44[3]	0·41	47·7	0·70	[3] Der Versuch wurde abgebrochen, ehe die Nachwirkung für die Herzschl. ausgeglichen war.

Nr. des Versuchstieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Secunden	Vor Ausübung des *RD*		Während der Dauer des *RD*				
				Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Blutdruck in Mm. *Hg*	Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes vor d. *RD* = 1
VI	34	59	11·3	88	127·5	—	horizontal		54·0	0·42
	35	74	I 17·0	108	136·1	—	horizontal		15·3	0·11
			II 18·7			—	horizontal		25·2	0·18
	36	70	31·1	124	142·2	—	horizontal		54·9	0·38
VII	37	62	147·7	67	109·8	Von 15·8 bis 2′11″·9	horizontal		19·8	0·18
VIII	38	88	43·7	50	85·3	Von 4·0 bis 43·7	herizontal		20·8	0·24
IX	39	125	76·6	sehr häufig	—	—	horizontal		—	—
	40	125	66·7	24	78·5	—	horizontal		17·1	0·21
	41	125	101·2	—	75·6	Unmittelbar	—	—	89·2	1·04
						Später während d. ganzen Dauer	horizontal		30·1	0·39
X	42	125	143·2	50	122·4	Von 9·4 bis 2′13″·8	horizontal		35·1	0·28

Nach Aufhebung des *RD*					
Zeit nach Aufhebung des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältnisszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältnisszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1	Bemerkungen
Von 0 bis 14·5	58	0·65	97·4	0·76	Ausbleiben d. RBw., Fortdauer d. Herzschl., der schwach ist und sehr selten.
„ 14·5 „ 19·5	64	0·73	125·9	0·98	
„ 19·5 „ Ende [1]	88	1·00			[1] Hier erst traten d. RBw. wieder ein.
Von 0 bis 4·2	42	0·38	91·7	0·67	Ausbleiben der RBw.
„ 4·2 „ 14·4	47	0·43			Herzst., der zuweilen von einer Zusammenziehung unterbrochen wird.
„ 14·4 „ 47·9	52	0·48	135·2	0·99	
„ 0 „ 2·7	88	0·81	117·4	0·86	47·9 nach Lösung des ersten Schlusses erfolgt neuer Schluss.
„ 2·7 „ 10·0	52	0·48			
„ 10·0 „ Ende	58	0·53	126·8	0·93	
—	124	1·00	140·8	0·99	Ausbleiben der RBw. Beide Vagi durchschnitten; kein Herzst.
Unmittelbar	30	0·44	147·0	1·33	Ausbleiben der RBw. Fortdauer des Herzschl.
52	26	0·38			
Unmittelbar	34	0·68	154·0	1·80	Ausbleiben der RBw. Fortdauer eines schwachen Herzschl.
Zu Ende	30	0·60	84·0	0·98	
Von 0 bis 5·0	horizontal		—	—	Ausbleiben der RBw. Herzst., der zuweilen durch schwache unregelmässige Herzschl. unterbrochen wird. [2] Während dieser Zeit traten vier grosse Pausen im Herzschl. ein, von denen die erste 1″.8 dauerte, die zweite 1″.5, die dritte 5″.2 und die vierte 5″.1.
„ 5·0 „ 30·0	40	—	—	—	
„ 30·0 „ 64·0 äusserst langsame Herzschl., die von grossen Pausen unterbrochen werden [2]					
Von 64·0 bis 72·0	26	—	—	—	
Nach 72·0	wie vor Schluss				
Von 0 bis 12·4	horizontal		24·3	0·30	Ausbleiben der RBw. Stillstand des Herzens.
Nach 12	24	1·00	70·1	0·89	
Zu Ende	36	1·50			
—	—	—	70·5	0·93	Ausbleiben der RBw. Stillstand des Herzens.
Von 0 bis 18·0	horizontal		26·1	0·21	Ausbleiben der RBw. Stillstand des Herzens.
Nach 18·0	—	—	175·1	1·43	
Zu Ende	106	2·12	129·6	1·05	

Nr. des Versuchstieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Secunden	Vor Ausübung des *RD*: Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Vor Ausübung des *RD*: Mittlerer Blutdruck in Mm *Hg*	Während der Dauer des *RD*: Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdrucke vor d. *RD* = 1
						Von 0 bis 4·4	55	0·55	—	—
						„ 4·4 „ 8·8	40	0·40	—	—
						„ 8·8 „ 19·8	horizontal		25·2	0·25
						„ 19·8 „ 27·5	115	1·15	123·5	1·14
						„ 27·5 „ 32·5	50	0·50	50·4	0·46
						„ 32·5 „ 38·5	30	0·30		
						„ 38·5 „ 44·1	70	0·70	107·5	0·99
XI	43	33	91·6	100	108·0	„ 44·1 „ 50·7	120	1·20		
						„ 50·7 „ 55·1	70	0·70	64·3	0·59
						„ 55·1 „ 59·5	65	0·65		
						„ 59·5 „ 62·8	110	1·10		
						„ 62·8 „ 66·1	120	1·20		
						„ 66·1 „ 73·5	90	0·90	105·4	0·97
						„ 73·5 „ 77·5	115	1·15		
						„ 77·5 „ 91·6	105	1·05		
						Von 0 bis 26·4	27	0·75	—	—
XII	44	110	70·4	36	126·9	„ 50·4	—	—	55·8	0·43
						„ 50·4 „ 70·4[1]	72	2·00	92·2	0·72
						Von 0 bis 11·0	31	0·88	—	—
	45	110	55·4	35	114·9	„ 11·0 „ 18·7	horizontal		60·3	0·5
						„ 18·7 „ 30·5[2]	68	1·93	89·3	0·7
						Von 0 bis 15·8	36	1·12	—	—
	46	110	65·3	32	114·7	„ 15·8	—	—	55·8	0·4
						„ 15·8 „ 45·5[3]	82	2·56	89·3	0·7
						„ 45·5 „ 65·3	32	1·00	48·6	0·4
						Von 0 bis 6·8	69	0·69	—	—
XIII	47	70	29·2	100	—	„ 6·8 „ 11·9	horizontal		—	—
						„ 11·9 „ 15·3[5]	225	2·25	—	—
						„ 15·3 „ 29·2	horizontal		—	—
						Von 0 bis 11·3	88	0·83	—	—
	48	110	106·2	94	155·2	„ 11.3 „ 36·7	horizontal		43·2	0·3
						„ 36·7 „ 106·2[6]	100	0·94	133·2	0·8

Nach Aufhebung des *RD*					
Zeit nach Aufhebung des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1	Bemerkungen
Von 0 bis 6·4	45	0·45	130·0	1·20	Ausbleiben der RBw. Fortdauer des Herzschl. Das Steigen des Blutdruckes und die Zunahme in der Zahl der Herzschl. erscheinen hier spontan, d. h. unabhängig von Inspiration oder Druck auf die Venen etc.
„ 6·4 „ 9·7	80	0·80			
„ 9·7 „ Ende	100	1·00	108·2	1·00	
Zu Ende	36	1·00	110·7	0·87	[1] Es wird während dieser Zeit ein Druck auf die Halsvenen und den Bauch ausgeübt.
—	35	1·00	103·3	0·89	[2] Während dieser Zeit wird auf die Halsvenen und den Bauch gedrückt.
—	60[4]	1·87	94·4	0·82	Ausbleiben der RBw. [3] Von 15·8 bis 45·5 nach Beginn des *RD* wird ein Aderlass aus der *Vena jugularis externa dextra* bewerkstelligt. [4] Hier traten sehr stürmische RBw. auf.
Von 0 bis 8·5	105	1·05	—	—	Ausbleiben der RBw. [5] Während dieser Zeit wird die *Vena jugularis externa dextra* geöffnet.
„ 8·5 „ Ende	64	0·64	—	—	
—	53	0·56	137·9	0·88	Ausbleiben der RBw. [6] Während dieser Zeit wird die *Vena jugularis externa dextra* geöffnet.

Wir gehen jetzt über zu dem

B. *negativen Respirationsdruck.*

Ein negativer Druck auf der inneren Lungenoberfläche kann, ebenso wie der positive, sehr leicht künstlich erzeugt werden, und zwar wenn eine unter niederer Spannung stehende Luft mit dem Lungenraum des Thieres in Communication gesetzt wird. Ich benutzte dazu den schon oben beschriebenen Apparat, der folgendermaassen modificirt wurde. Der Luftbehälter, in den jetzt eine kurze Röhre bloss unter den Hals reichte, wurde bei freiem Luftzutritt bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt und darauf mittelst einer Rolle in die Höhe gehoben und beliebig hoch fixirt; mit dem am Boden der Flasche befindlichen Hahn war eine lange Abzugsröhre durch Kautschuck verbunden, deren unteres Ende unter Wasser stand; war nun durch Drehung des Hahns die Abzugsröhre mit Wasser gefüllt, so wurde der Luft der Eintritt in die Glasflasche verwehrt, und nun konnte durch Auslassen von Wasser und Einstellung der Flasche auf verschiedene Höhen eine sehr bedeutende und beliebig abzuwechselnde Verdünnung der Luft erzielt werden; ein mit der Flasche in Communication gesetztes Manometer erlaubte die Grösse der Luftverdünnung oder, wie wir es gleich nennen wollen, die Höhe des — *RD* [1]) direct abzulesen. Die Zuführung der Luft zu den Lungen geschah auf dieselbe Weise, wie beim + *RD*.

Fragen wir auch hier zunächst, inwiefern die niederen Drucke, die man auf der inneren Lungenoberfläche erzeugt, mit denjenigen übereinstimmen, die durch die gewöhnliche Inspirationsbewegung bedingt sind, so muss auch hier hervorgehoben werden, dass die den beiden Vorgängen gemeinsame Wirkung, die Druckerniedrigung auf der innern Lungenoberfläche und auf die Brusteingeweide, durch den künstlichen — *RD* in einem viel höheren Maasse erzeugt wird als dieses jemals durch eine Inspiration, selbst die tiefstmögliche, herbeigeführt werden kann.

Aber wie beim positiven, so besteht auch beim — *RD* ein wesentlicher Unterschied, der darin liegt, dass die Brusteingeweide in

---

1) — *RD* = negativer Respirationsdruck.

Folge des künstlichen — *RD* gegen die Brustwand gezogen und gedrückt werden. Setzt man voraus (und wir werden sehen, dass man für hohe negative Drücke diese Annahme zu machen berechtigt ist), dass der Unterschied, der zwischen dem Drucke auf der Brustwand und dem auf der innern Lungenoberfläche besteht, ein unveränderlicher ist, so ist die genannte Wirkung leicht ersichtlich; die Lunge nämlich ist beim künstlichen — *RD* zusammengefallen und ihre Saugkraft sehr vermindert, der von der Brustwand umschlossene Raum dagegen auf ein kleineres Volum zusammengedrückt als dasjenige, welches er bei der elastischen Gleichgewichtslage der Brustwand einnehmen würde; es muss daher die Brustwand ihrem elastischen Gleichgewichte zuzustreben suchen und demnach einen ziehenden Einfluss auf die Brusteingeweide ausüben. Unter der obigen Voraussetzung eines constanten Druckunterschiedes kann aber keine Luft in die Lunge dringen, das Herz dagegen wird von den Körpervenen gespeist, die unter dem normalen Luftdrucke stehen; es muss daher das Herz und die in der Brusthöhle gelegenen grossen Gefässe in Folge des anlangenden Blutes anschwellen; in dem Maasse nun, wie das Blut nachströmt, wird die Brustwand und namentlich der dem Herzen anliegende Theil derselben ihrer Gleichgewichtslage zustreben, und dadurch werden auch die anderen Wandtheile wieder abgespannt. Es wird daher der von der Brustwand umschlossene Raum bei jedem Einströmen von Blut erweitert, bei jedem Abströmen dagegen zusammengedrückt werden. Es fragt sich nun, ob das Blut gehörig nachdringen kann, oder ob es daran dadurch gehindert wird, dass die Venen an ihrer Eintrittsstelle in die Brust durch den ziehenden Einfluss der Brustwand zusammengedrückt werden. An der *Vena cava inferior* ist dieses, wie die Section lehrt, nicht der Fall, da das stark in die Brust empor gehobene Zwerchfell das *Foramen quadrilaterum* aus einander zerrt; die am lebenden Thiere blossgelegten *Venae jugulares* sieht man zwar unmittelbar am Eingange in die Brust bei jeder Inspiration etwas zusammenfallen, aber sich ebenso auch wieder rasch öffnen, sowie Blut von oben nachströmt; man wird sich daher von der Wahrheit nicht weit entfernen, wenn man einen dauernden, an Grösse aber während der verschiedenen Respirations-

acte wechselnden Strom durch die Venen annimmt — und zwar in Folge des Unterschiedes, der zwischen dem äussern Luftdrucke und dem in der Brusthöhle vorhandenen besteht.

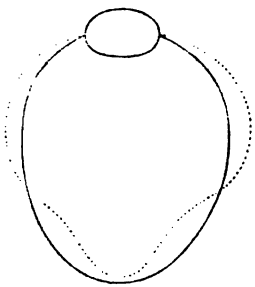
Wir unterscheiden die *Wirkungen*, die der — *RD* auf die *Athembewegungen* und auf den *Blutstrom* äussert.

1. *Wirkungen des negativen Respirationsdruckes auf die Athembewegungen.*

Die Verdünnung der Luft, die zur Bewerkstelligung des — *RD* erforderlich ist, erzeugt sehr bald Sauerstoffmangel und ruft dann Athembewegungen hervor, nie sieht man daher einen Stillstand der Athembewegungen eintreten; dieses ist einer der Hauptunterschiede die zwischen dem + und — *RD* bestehen; dort sahen wir unter der mechanischen Wirkung des + *RD* die Athembewegungen ausbleiben und diesen Stillstand der Respiration, in Folge der Zufuhr einer verdichteten Luft, mitunter lange fortbestehen, ohne Athemnoth herbeizuführen; hier dagegen tritt wegen des Sauerstoffmangels ein Stillstand der Athembewegungen niemals ein, die Respiration besteht während der ganzen Dauer des — *RD* fort, erleidet aber insofern eine Veränderung, als es jetzt die Inspiration ist (beim + *RD* war es die Exspiration), die nur mit grosser Mühe und unter bedeutender Contractionsanstrengung der Inspiratoren vollbracht werden kann, da sie ihrer Bewerkstelligung der auf der Brustwand lastende höhere Druck überwunden werden muss. Wenn der Unterschied im innern und äussern Luftdrucke nicht allzu gross ist (etwa bis 50 Mm. *Hg*), so wird auch noch durch die Brustbewegungen ein Luftwechsel erzeugt; erreicht er dagegen einen grössern Werth, so bleibt das Manometer, welches zur Messung der Spannung des Luftraums dient, in den die Lunge mündet, unverändert, es verändert sich also auch die Capacität der Lungenhöhle nicht; aber es ändert sich bei den Respirationsbewegungen die Form des Brustkastens und vielleicht auch der Binnenraum desselben; die knöchernen Theile der wahren Rippen nämlich heben sich und ihr Zwischenraum wird erweitert, zugleich aber biegen sich die knorpeligen Theile in den Brustraum hinein und die weichen Bauchdecken werden in den Brustraum hinein gezogen;

denkt man sich einen Querschnitt durch die Brust angelegt, so würde er bei der Inspiration etwa die Form annehmen, wie sie die getüpfelte Contour in der beistehenden Zeichnung (Fig. 2.) versinnlicht. Wenn sich bei diesen Bewegungen der Binnenraum der Brust wirklich ändert, was mit Sicherheit nicht zu entscheiden ist, so könnte dieses nur mit Hülfe des nachströmenden und ausfliessenden Blutes geschehen.

Fig. 2.



Jedenfalls aber werden durch die Bewegungen und die durch sie bedingte Formänderung des Thorax die in der Brusthöhle enthaltenen Weichtheile einen Druck oder eine Zerrung erleiden müssen; es könnten z. B. möglicher Weise die Vorhöfe des Herzens oder die Venen zusammengepresst und die Ventrikel aus einander gezerrt werden, oder es könnte auch das Umgekehrte stattfinden.

Wirkungen des negativen Respirationsdruckes auf den Blutstrom.

Der negative Druck äussert, ebenso wie der positive, einen Einfluss sowohl auf den *Blutdruck* als auch auf die *Schlagfolge des Herzens.*

1. Auf den Blutdruck erlangt der — *RD* einen Einfluss auf doppelte Weise — durch die *beschleunigenden Wirkungen der Brustbewegungen* und durch die *Blutüberfüllung des Herzens.*

Die beschleunigenden Wirkungen der Brustbewegungen treten beim künstlichen — *RD* sehr deutlich hervor und richten sich in der Grösse ihres Einflusses nach der Grösse des Unterschiedes zwischen innerem und äusserem Luftdrucke, nach dem Umfange der Bruständerung und nach der Anfüllung des Herzens mit Blut. Je grösser der Unterschied zwischen der äussern und innern Spannung wird, um so weniger umfangreich freilich werden die Bewegungen, die überhaupt noch nach innen hin ausgeführt werden können, aber von der andern Seite wird gerade dadurch eine günstige Bedingung gestellt, denn da dann die Lungenhöhle unveränderlich wird und der Druckunterschied constant, so wird auch das Herz am meisten mit Blut gefüllt, und es kann daher auch jeder von der Brustwandung ausgeführte

Stoss jetzt am wirksamsten werden. Dem entsprechend zeigt auch die Messung in der *Arteria Carotis*, dass sich jede Brustbewegung im Blutdruck deutlich ausprägt, und zwar steigt mit jeder Exspiration der Druck von seinem niedern Werthe ungemein beträchtlich an (siehe die Maxima für den Blutdruck in den Versuchen Nr. 11 und 12 der Tabelle II) und um desto mehr, je grösser der Druckunterschied der äussern und innern Luft ist, und sinkt bei jeder Inspiration wieder herab.

Aber auch der Mittelwerth des Blutdruckes erleidet bei einem bedeutenden — *RD* eine sehr grosse Steigerung (Versuche Nr. 5, 6, 7, 9, 11, 12 der Tabelle II), deren Grund in der durch den negativen Druck bedingten Ueberfüllung des Herzens mit Blut zu suchen ist; dadurch nämlich wird es ja möglich, dass durch jeden Herzstoss viel Blut ausgetrieben und die Spannung entsprechend erhöht wird. Die Existenz der angezogenen Blutüberfüllung des Herzens und der grossen Gefässe, die schon aus theoretischen Gründen nicht geleugnet werden kann, wird durch die Autopsie ausser allen Zweifel gesetzt. lässt man einen Hund unter hohem — *RD* zu Grunde gehen und nimmt seine Section vor, so findet man, wenn vor Eröffnung der Brusthöhle die Venen an der obern Apertur der Brust und die *Vena cava inferior* unter dem Zwerchfell unterbunden werden, eine ungemein bedeutende Blutüberfüllung des Herzens und der grossen Gefässe; um über ihre Grösse ein Urtheil zu gewinnen, sammelte ich das aus dem Herzen abfliessende Blut, bestimmte durch Wägung seine Quantität und berechnete aus dem gefundenen Gewichte des Blutes und dem des Körpers die Gesammtmasse des Blutes; es stellte sich heraus, dass das im Herzen und den grossen Gefässen angestaute Blut annähernd den siebenten Theil der Gesammtmasse des Blutes ausmachte, eine gewiss sehr hohe Zahl, wenn man sie mit derjenigen zusammenhält, die für den + *RD* auf dieselbe Weise gewonnen wurde [1]). Im ersten Momente nach dem Einführen eines

[1]) Aus dem Sectionsbefunde wäre noch anzuführen, dass man die Lungen sehr zusammengefallen findet, das Zwerchfell gespannt und in die Brusthöhle hineingetrieben, die Baucheingeweide, ausser der *V. cava inferior* und der *Vena portarum*

grossen Druckunterschiedes findet noch ein sehr unbedeutendes Sinken des Blutdruckes Statt, was wohl damit zusammenhängt, dass die Blutanfüllung noch nicht genügend ist und der druckmindernde Einfluss der Spannungsabnahme daher prävalirt, aber alsbald steigt dann der Blutdruck an, trotz der langsamen Herzschläge, und noch bedeutender wird dieses Steigen, wenn die *N. vagi* durchschnitten sind.

Bei der Ausübung eines niedern — *RD* findet man auch eine sehr geringe Abnahme des mittlern Blutdruckes in den Arterien (Versuche Nr. 2, 3, 4 der Tab. II), was wohl mit den langsamen Herzschlägen zusammenhängt; diese Annahme würde wahrscheinlich ihre Erledigung finden, wenn man einen niedern — *RD* nach einer Vagusdurchschneidung ausüben würde; leider ist der Versuch von mir für einen niedern — *RD* nicht angestellt worden.

Nach Aufhebung des hohen — *RD* steigt der Blutdruck in der ersten Zeit immer sehr hoch, wahrscheinlich in Folge dessen, dass die Blutüberfüllung der Brust noch eine Zeit lang bestehen bleibt, während der das Steigen des mittleren Blutdruckes mindernde Einfluss des Spannungsunterschiedes aufhört; es fällt ja dann der Grund für das rasche Absinken des Blutdruckes bei jeder Inspiration weg, und es tritt jetzt das Gegentheil auf, das Steigen und Sinken des Blutdruckes erfolgt dann, wie beim gewöhnlichen Athmen, d. h. es steigt der Blutdruck mit jeder Inspiration (wie wir es hier schon vorgreifend erwähnen müssen) und sinkt mit jeder Exspiration.

2. Die *Schlagfolge des Herzens* erleidet insofern eine Veränderung, als der Herzschlag während der Ausübung eines — *RD* in überwiegender Mehrzahl der Fälle verlangsamt wird und zwar im Allgemeinen um so mehr, je höher der Druckunterschied in der Luft steigt (Versuche Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 der Tab. II). Es kommen aber auch, wenn auch nur selten, Fälle vor, wo diese Verlangsamung im ersten Momente fehlt (Nr. 5 und 8), oder wo sogar eine geringe Zunahme in der Frequenz der Herzschläge beobachtet wird (Nr. 10 und 11); diesen letzten Fall habe ich nur bei sehr hohem — *RD* gesehen und die Zunahme ist überhaupt eine sehr unbedeutende.

---

ausgesprochen blutleer. In einem Falle sah ich ein bedeutendes Lungenoedem und starke Anhäufung von Schaum in der Trachea.

Für die Verlangsamung des Herzschlages können zwei Ursachen angegeben werden; — 1. eine *Vagusreizung* im Beginne des Versuches, die durch die Folgen der Vagusdurchschneidung auch hier bewiesen wird, aber nie den Grad erreicht, den sie beim + *RD* besitzt, und 2. eine beginnende *Herzlähmung* bei andauerndem Aufenthalte in verdünnter Luft.

Die *Ursachen der Vagusreizung* liegen hier nicht klar in dem Grade vor Augen, wie es bei dem + *RD* der Fall war, doch steht diese Annahme durchaus in keinem Widerspruche mit der Existenz einer Vagusreizung beim + *RD*, was sich leicht ergiebt, wenn man die Unterschiede überlegt, die beide Drücke für die Ursprünge der *N. vagi* zur Folge haben müssen. Gesucht kann der Grund der Vagusreizung werden — 1. in dem Sauerstoffmangel des verlängerten Markes, was durch die in den Respirationsbewegungen hervorgebrachte Veränderung unterstützt wird; 2. der möglichen Miterregung durch die heftigen Athmungsanstrengungen; 3. in den ungemein bedeutenden Variationen des Druckes bei den Athembewegungen. Unterstützt wird diese letzte Annahme durch die Wahrnehmung, dass nach Aufhebung des Druckunterschiedes der bis dahin langsame Herzschlag erst dann eine Beschleunigung erfährt, wenn die Athembewegungen sich wieder beruhigen.

Die zuweilen auftretende geringe Beschleunigung des Herzschlages ist wohl dem raschen und bedeutenden Einströmen von Blut zuzuschreiben, wodurch das Herz, wenn es sonst erregbar ist, zu lebhafteren Bewegungen veranlasst wird; es kann daher auch beim — *RD* eine directe Herzreizung herbeigeführt werden, doch erreicht sie niemals einen solchen Grad, um trotz der bestehenden Vagusreizung zur ausgesprochenen Wirkung zu gelangen, wie wir es beim + *RD* gesehen haben.

Wenn nun, trotz der bestehenden Vagusreizung, niemals beim — *RD* ein Herzstillstand erfolgt, so wird dieses wahrscheinlich der Schwäche der Vagusreizung und dem entgegengesetzten Einflusse der Herzreizung einerseits und noch mehr der constanten Ueberfüllung des Herzens mit Blut zuzuschreiben sein.

Nach Durchschneidung der *N. vagi* erfährt der Herzschlag auch

durch — *RD* keine Veränderung, wenn der Druck nicht zu lange ausgeübt wird; geschieht das letztere, so wird auch hier der Herzschlag verlangsamt. Diese Verlangsamung steht mit dem Sauerstoffmangel in inniger Beziehung, was durch die Wahrnehmung unterstützt wird, dass das Blut nach lange anhaltendem — *RD* in den blossgelegten Arterien dunkler gefärbt erscheint.

Aus den an mir selbst angestellten Versuchen ist hier nur soviel anzuführen, dass die Athembewegungen dabei bestehen blieben, wenigstens bei niedern Drücken, aber die Inspiration ausserordentlich mühsam und beschwerlich wurde und bei hohem Druckunterschiede gar nicht mehr bewerkstelligt werden konnte, und dass überhaupt die Versuche mit dem — *RD* während einer noch viel kürzern Zeit ertragen werden als die mit dem + *RD*.

Dieser Umstand, dass nämlich der künstlich gesetzte — *RD* so schlecht ertragen wird, setzt auch den Versuchen an Hunden Hindernisse in den Weg, und ihm ist es beizumessen, wenn man hier nicht zu so scharfen Resultaten gelangt, wie bei + *RD*; es treten hier mehr störende Momente auf, es bleiben die Bewegungen der Brust und ihr störender Einfluss, es tritt sehr bald Sauerstoffmangel und Athemnoth ein, es erscheinen sogar Erstickungsanfälle u. s. w.

Werfen wir endlich auch hier die Frage auf, welche von den beobachteten Wirkungen des — *RD*, als für den Einfluss des normalen Athmens maassgebend, besonders hervorzuheben sind, so lässt sich, unter Berufung auf die spätere Begründung, wenn man von den beschleunigenden Wirkungen der Brustbewegungen absieht, die unter normalen Verhältnissen nie einen so hohen Einfluss gewinnen, nur auf die Blutüberfüllung des Herzens und die dadurch bedingte Zunahme des Blutdruckes hinweisen.

Ich lasse auch hier eine Tabelle folgen, die die nöthigen Zahlenbelege enthält.

II. Tabelle für den negativen Respirationsdruck.

Nr. des Versuchsthieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Secunden	Vor Ausübung des *RD*		Während der Dauer des *RD*					Nach Aufhebung des *RD*				
				Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältnisszahl d. Herzschläge, die vor dem *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältnisszahl d. Blutdruckes, der vor dem *RD* = 1	Zeit nach Aufhebung des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältnisszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältnisszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1
I	1	125	35·8	86	90·0	Von 0 bis 12·1	72	0·83	81·6	0·90	—	41	0·47	123·9	1·37
						„ 12·1 „ 22·4	45	0·52	124·2	1·38					
						„ 22·4 „ 35·8	31	0·24	144·9	1·61					
	2	16	36·5	60	119·2	—	54	0·90	116·0	0·97	—	60	1·00	115·4	0·96
	3	24	47·7	60	76·9	Von 0 bis 19·8	50	0·83	72·7	0·94	—	54	0·90	74·2	0·96
						„ 19·8 „ 47·7	45	0·75							
	4	30	44·0	72	117·6	Von 0 bis 6·6	54	0·75	113·1	0·96	—	59	0·82	115·6	0·98
						„ 6·6 „ 32·5	68	0·94							
						„ 32·5 „ 44·0	45	0·62							
	5	50	44·0	68	108·6	Von 0 bis 6·6	68	1·00	156·3	1·43	—	40	0·73	126·4	1·16
						„ 6·6 „ 44·0	51	0·75							
	6	70	30·8	113	104·6	Von 0 bis 6·6	81	0·72	143·9	1·37	Von 0 bis 6·6	54	0·48	118·2	1·13
						„ 6·6 „ 30·8	50	0·44			„ 6·6 „ 26·2	63	0·55		
											„ 26·2 „ 32·8	90	0·79		
											„ 32·8 „ Ende	100	0·88		

Nr. des Versuchstieres	Nr. des Versuches	Höhe des *RD* in Mm. *Hg*	Dauer des *RD* in Secunden	Vor Aufhebung des *RD*		Während der Dauer des *RD*					Nach Aufhebung des *RD*				
				Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Zeit nach Beginn des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschläge, die vor dem *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes, der vor dem *RD* = 1	Zeit nach Aufhebung des *RD* in Secunden	Zahl der Herzschl. in 30 Secunden	Verhältniszahl d. Herzschl. vor d. *RD* = 1	Mittlerer Blutdruck in Mm. *Hg*	Verhältniszahl d. Blutdruckes vor dem *RD* = 1
	7	90	44·0	104	99·8	Von 0 bis 6·6	77	0·74	147·2	1·47	Von 0 bis 13·2	22	0·21	126·6	1·27
						„ 6·6 „ 13·2	68	0·63			„ 13·2 „ 19·8	31	0·29		
						„ 13·2 „ 19·8	54	0·42			„ 19·8 „ 26·4	40	0·38		
						„ 19·8 „ 44·0	36	0·74			„ 26·4 „ 33·0	50	0·48		
											„ 33·0 „ 39·6	59	0·56		
											„ 39·6 „ Ende	68	0·65		
	8	15	43·3	109	—	Von 0 bis 6·6	109	1·00	—	—	—	100	0·91	—	—
						„ 6·6 „ 13·2	100	0·91							
						„ 13·2 „ 19·8	95	0·87							
						„ 19·8 „ 43·3	80	0·73							
II	9	147	55·0	64	114·7	Von 0 bis 19·8	45	0·70	166·7	1·45	Von 0 bis 13·8	50	0·78	209·2	1·82
						„ 19·8 „ 55·0	33	0·51			„ 13·8 „ Ende	54	0·84	170·0	1·48
III	10	150	35·4	32	—	Von 0 bis 19·8	36	1·11	—	—	Von 0 bis 13·2	38	1·18	—	—
						„ 19·8 „ 35·4	32	1·00			„ 13·2 „ Ende	32	1·00		
	11	165	61·5	32	111·6	Von 0 bis 18·7	40	1·24	191·4	1·71	—	28	0·57	141·0	1·26
						„ 18·7 „ 61·5	28	0·87							
						Beobachtetes Max. des Blutdruckes = 234 Mm. *Hg*									
	12	80	28·6	—	125·9	—	—	—	168·4	1·33	—	—	—	139·5	1·10
						Beobachtetes Maximum 244·8 Mm. *Hg*									

II.

Indem wir im Vorhergehenden zu der Ueberzeugung gelang sind, dass die künstlich gesetzten Drücke in ihren Grundbedingung dem gewöhnlichen Ein- und Ausathmungsdrucke entsprechen, ab eine viel höhere Gradation der Erscheinungen bewirken, haben w den ersten Theil unserer Aufgabe gelöst, und gehen daher jetzt zu zweiten über — nämlich zur Feststellung des *Einflusses der normal Athembewegungen*.

Dieses wird uns um so mehr zur Pflicht, als die aus den obig Versuchen gewonnenen Thatsachen mit gangbaren Annahmen üb den Einfluss des normalen Athmens, die ich hier nicht wiede zugeben brauche, im Widerspruche stehen. — Es liegt uns al ob, diese Annahmen noch einmal zu prüfen, und, falls sie si bestätigen sollten, dem Grunde des beobachteten Widerspruch nachzugehen.

Um den Einfluss der Respiration auf Herzschlag und Blutdru möglichst genau verfolgen zu können, verfuhr ich auf die Art, da ich die Athembewegungen sowohl als auch den Blutdruck an eine und demselben Thiere gleichzeitig graphisch verzeichnen liess u die einander in der Zeit entsprechenden Stücke der gewonnenen Cu ven mit einander verglich, wobei als Ausgangspunkte der Vergleichu nach Volkmann's bekannter Art gewonnene Schlusszeichen diente Zur Vergleichung der Athembewegungen bei unveränderter Stimm ritze diente theils wiederum der Fühlhebel, theils geschah dieses ab auf eine andere Weise: in das eine Nasenloch des Thieres wur nämlich eine Glasröhre von entsprechender Weite eingeführt u daselbst mittelst einer eigenen Vorrichtung, deren Beschreibung hi kein Interesse haben würde, fixirt; durch einen mit Wasser gefüllt Kautschuckschlauch stand diese Röhre mit einem kleinen leichten M nometer in Verbindung, dessen Schwimmer die durch das Athm erzeugten Schwankungen im Luftdrucke an der Kymographiontromm verzeichnete. Ich bemerke zugleich ausdrücklich, dass beide Ver fahrungsarten genau übereinstimmende Resultate geliefert haben.

Zu den Versuchen wurden stets Hunde verwendet, da diese Thiere alle möglichen Verhältnisse der Athmungsbreiten darbieten, und da wegen der Beweglichkeit ihres Brustkastens die Brusteingeweide starke Volums- und Druckänderungen erfahren können. Die Hunde wurden vor dem Versuche nicht narkotisirt, da mir aus eigener Erfahrung nur zu wohl bekannt war, wie gross die Veränderung im Respirationsrhythmus ist, die durch das Opium eingeleitet werden kann. Die Aufzeichnung des Blutdruckes geschah an der *Arteria Carotis* oder *cruralis* in bekannter Weise.

Eine genaue Vergleichung der auf diese Art gewonnenen Puls- und Respirationscurven ergab nun für die Abhängigkeit des Herzschlages und des Blutdruckes von den Athembewegungen folgende Thatsachen.

Wir unterscheiden dabei folgende drei Fälle:

1. Die Athembewegungen sind wenig umfangreich und erfolgen rasch nach einander, wobei die Zahl der Herzschläge eine geringere sein kann als die Zahl der Athembewegungen, oder sie auch bis fast um das Doppelte übertreffen kann. In diesem Falle kommt es zu keinem deutlich ausgesprochenen Einflusse der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. Aber, wie schon Ludwig [1]) angiebt, bleibt dieses nur so lange bestehen, als die Zahl der Respirationen keine Aenderung erleidet und der Einfluss der einzelnen Respirationsacte wird sogleich wahrnehmbar, wenn die Athembewegungen an Zahl abnehmen oder an Tiefe und Ausgiebigkeit gewinnen.

Als Beispiel diene die Figur 3.

2. Die Athembewegungen sind umfangreich und erfolgen langsam, namentlich die Exspiration, während die Inspiration ziemlich rasch vollendet wird, aber tief ist; jeder einzelne Act der Respirationsbewegung besitzt die Dauer mehrerer Herzschläge und die Zahl dieser letzteren ist keine zu beschleunigte. Dieses ist ein Fall, der bei Hunden am häufigsten vorkommt. — Unter diesen Bedingungen verhalten sich die Erscheinungen beobachtungsgemäss folgendermaassen.

---

[1]) Müller's Archiv 1857, pag. 146.

a) Während der *Inspiration* wird die Zahl der Herzschläge *vermehrt,* was besonders zu Ende der Inspirationsbewegung deutlich hervortritt. Die Beschleunigung der Herzschläge während der Einathmung ist bei Hunden unter den genannten Bedingungen eine fast regelmässige Erscheinung und nicht selten so sehr ausgesprochen, dass sie auch ohne feinere Hülfsmittel durch blosses Auflegen der Hand auf die Brust in der Herzgegend gut constatirt werden kann; — fehlen die vorhin genannten Bedingungen, so fehlt auch diese Erscheinung, nie ist aber von mir beim Hunde eine Verlangsamung der Herzschläge während der Dauer einer Inspiration beobachtet worden. Der Blutdruck erfährt während der Einathmung eine *Zunahme*, die allmälig, aber stetig erfolgt, d. h. jeder neue Herzschlag trifft ein höhere Spannung als der vorhergehende. Diese Steigerung des Blutdruckes fällt jedoch in ihrem Anfange nicht genau mit dem Eintritte der Inspiration zusammen, sondern erfolgt erst während ihrer Dauer; im ersten Beginn der Einathmung sinkt der Blutdruck noch etwas unter den Werth herab, den er in der Ausathmungspause besass; ebenso erreicht aber auch das Steigen des Blutdruckes mit der vollendeten Inspiration sein Ende noch nicht, sondern überdauert sie noch auf einen gewissen Zeitraum, mit andern Worten: der höchste Punkt eines Pulscurvenstückes, das einer ganzen Respirationsbewegung entspricht, fällt nicht auf die Zeit der Inspiration.

b) Während der *Exspiration* erleidet die Zahl der Herzschläge eine *Verlangsamung,* die, im Beginn der Ausathmung noch nicht ausgesprochen, im Verlaufe derselben deutlich auftritt. Der Blutdruck wird im Beginne der Exspiration rasch bis zu dem ihm im einzelnen Falle zukommenden Maximalwerthe gesteigert, erleidet aber dann im weiteren Verlaufe der Exspiration eine *Abnahme*, indem jetzt jeder neue Herzschlag eine geringere Spannung antrifft, als der vorhergehende.

c) Die *Exspirationspause* verändert die Zeit der Herzschläge und den mittleren Blutdruck nahezu nicht.

Im Allgemeinen gestaltet sich also der Gang der Pulscurve während einer Respirationsbewegung, wenn der Einfluss dieser letzteren deutlich ausgesprochen ist, so dass der mittlere Blutdruck im ersten

Momente der Inspiration eine geringe Abnahme erfährt, unmittelbar darauf aber allmälig und stetig ansteigt, wobei der Herzschlag beschleunigt wird; das Steigen des Blutdruckes dauert auch noch zu Anfang der Exspiration fort und erreicht in dieser Zeit den höchsten Punkt; darauf folgt zuweilen (nicht immer) eine längere Pause in den Zusammenziehungen des Herzens, wobei der Blutdruck natürlich tief absinkt; immer dagegen tritt im weiteren Verlaufe der Exspiration eine Abnahme des Blutdruckes ein, wobei zugleich die Herzschläge selten werden. In der darauf folgenden Ausathmungspause ändert sich in der Regel weder Herzschlag noch Blutdruck.

In seltenen Fällen fehlt die Veränderung in der Schlagfolge des Herzens, aber die Zu- und Abnahme des Blutdruckes ist darum nicht weniger deutlich ausgesprochen.

Als Belege für die aufgestellten Behauptungen mögen die Figuren 4, 5, 6 auf der Tafel dienen.

3. Die Respirationsbewegungen sind tief und langsam, die Herzschlaggeschwindigkeit dagegen sehr bedeutend. Dieser Fall tritt constant nach Vagusdurchschneidung ein. Die Veränderungen in der Schlagfolge des Herzens fallen dann weg, die Zahl der Herzschläge bleibt sich während In- und Exspiration vollkommen gleich, die Veränderungen im Blutdrucke bleiben dagegen bestehen oder treten sogar noch reiner hervor.

Wiederum lasse ich ein Paar Beispiele folgen, siehe die Tafel Figuren 7 und 8.

Hierher gehört auch der bei Ludwig [1]) Taf. XIII, Fig. 23 *A* abgebildete Fall.

Wie leicht ersichtlich, stehen die soeben vorgebrachten Thatsachen im Einklange mit den Ergebnissen der Versuche über künstlich gesetzte hohe Respirationsdrücke; es sei uns erlaubt, diese Uebereinstimmung in wenigen Worten hervorzuheben. Im Beginn der Ausübung eines — *RD* erfährt der Blutdruck eine geringe Abnahme, im Beginn der Inspiration fanden wir dasselbe; aber hier wie dort ist diese Erscheinung wenig ausgesprochen; im weiteren Verlaufe des

[1]) L. c.

bestehenden hohen — *RD* tritt eine bedeutende Steigerung des arteriellen Blutdruckes ein, im Verlaufe der Inspiration findet auch eine Zunahme desselben Statt; durch den hohen + *RD* erhält der Blutdruck während des ersten Zeitmomentes einen Zuwachs, die beginnende Exspiration leistet dasselbe, während der Dauer seines Bestehens mindert der hohe + *RD* die Spannung im arteriellen System und macht den Blutdruck sinken; im Verlaufe der Exspiration kehrt dieselbe Erscheinung wieder; während der Dauer des hohen + *RD* nimmt die Zahl der Herzschläge ab, die Exspiration bedingt dasselbe. Zugleich ergeben sich aber auch einige Unterschiede. — Der + *RD* erzeugt zuweilen eine Zunahme in der Zahl der Herzschläge, die Exspiration thut dieses nie; — der hohe — *RD* verlangsamt in den meisten Fällen den Herzschlag und bewirkt nach jedem Ansteigen auch ein Absinken des Blutdruckes, die Inspiration mehrt die Frequenz der Herzschläge und bewirkt ein stetiges Ansteigen des Blutdruckes.

Andererseits stehen aber die von uns dargelegten Thatsachen über den Einfluss des Athmens theilweise im Widerspruche mit den bisher allgemein üblichen Annahmen, denn wir haben ja gefunden, dass die Erhöhung des Blutdruckes nur im Beginne der Exspiration stattfindet und im weiteren Verlaufe derselben einer Abnahme weicht, während gelehrt wird, dass der Blutdruck während der ganzen Dauer der Exspiration zunimmt; ferner dass die Zahl der Herzschläge während der Exspiration abnimmt, im Laufe der Inspiration dagegen zunimmt, während angenommen wird, dass die Exspiration den Herzschlag beschleunigt, die Inspiration verlangsamt; dass im Laufe der Inspiration eine Zunahme des Blutdruckes stattfindet, während man bisher glaubte, dass die Inspiration den Mittelwerth der Blutspannung herabsetzt.

Wir müssen es daher jetzt versuchen, den Bedingungen der beobachteten Thatsachen näher nachzuforschen, den Widerspruch aufzuheben und die Ursachen der Analogie und der Unterschiede zwischen gewöhnlichem Athmen und künstlich erzeugtem hohen Respirationsdrucke zu begründen.

1. Veränderungen in der Schlagfolge des Herzens.

Der Grund für die unter dem Einfluss des Athmens eintretende Veränderung in der Schlagfolge des Herzens, namentlich für die Verlangsamung derselben während der Ausathmung, muss in einem veränderten Erregungszustande der *Nervi vagi* und zwar ihrer centralen Ursprungsstellen gesucht werden; diese Annahme wird gefordert durch den constanten Erfolg der Vagusdurchschneidung, die immer und unter allen Umständen ein Ausbleiben dieser Veränderung während des Athmens zur Folge hat. Beim + *RD* haben wir uns überzeugt, dass die Vagusreizung dem in ihrem Gefolge auftretenden Hirndrucke ihren Ursprung verdankt. Beim gewöhnlichen Ausathmen muss derselbe Grund für die Vagusreizung, wenn auch in einem viel niederen Grade angenommen werden; unter dem Einflusse der Exspiration wird ja das Zurückströmen des Blutes, wie schon lange bekannt, erschwert und es erfolgt daher eine grössere Anhäufung von Blut in den Capillaren und Venen des Gehirns und in Folge dessen eine Erregung der centralen Vagusfasern; unterstützt wird unsere Annahme durch die bekannte Thatsache, dass das Gehirn während der Exspiration eine geringe Erhebung erleidet, und durch die Wahrnehmung von Berlin [1]), dass das Gehirn hoch stehen bleibt, wenn Luft in die Lunge mit grosser Kraft geblasen wird. Es spricht dafür weiter die von uns gemachte Erfahrung, dass schon ein sehr geringer + *RD* einen deutlich ausgesprochenen Hirndruck erzeugt, und die schon früher betonte Wahrnehmung, dass der Hirndruck die Lösung des + *RD* überdauert, nach eingetretener Inspiration dagegen rasch ausgeglichen wird. Während der Inspiration nun fliesst das Blut leicht und rasch in die Brusthöhle zurück, das Gehirn wird vom überschüssig angehäuften Blute befreit und sinkt zurück; es fällt somit die Ursache der Vagusreizung weg, die Herzschläge werden wieder frequenter.

Mit dieser Anschauung stimmt auch die Zeit des Auftretens der besprochenen Veränderung; die Beschleunigung des Herzschlages

[1]) Citirt bei Donders, l. c. pag. 311, Bd. III.

nämlich fällt nicht auf den Beginn der Inspiration, die Verlangsamung nicht auf den Eintritt der Exspiration, sondern beide treten erst im Laufe der Athembewegung hervor und erlangen ihren grössten Werth während der Höhepunkte der In- und Exspiration, wo die weiteren Folgen derselben für die Vertheilung des Blutes schon Zeit hatten, sich zu entwickeln oder auszugleichen.

Das Frequenterwerden des Herzschlages, das wir als Folge einer unmittelbaren Herzreizung bei bedeutendem, aber nicht allzu hohem + *RD* auftreten sahen, findet bei der normalen Ausathmung niemals Statt, denn die Bedingungen, die dort für diese Erscheinung angeführt werden, werden durch die normale Athmung nicht gesetzt, das Herz wird nicht zusammengedrückt, das Blut wird in's Herz nicht mit Pressung eingeführt. Ebenso sahen wir beim hohen — *RD* eine Vagusreizung Platz greifen und eine Verlangsamung der Herzschläge sich einstellen; auch für diese fehlen bei der normalen Einathmung alle Ursachen und der Herzschlag wird daher nie verlangsamt.

Für die Erklärung der Beschleunigung der Herzschläge während der Inspiration könnte ausser dem Nachlasse der Vaguserregung auch noch eine unmittelbare Herzreizung in Folge des in bedeutenden Massen zuströmenden Blutes in Anspruch genommen werden; doch liegt dazu kein zwingender Grund vor, da die Masse des Blutes und die Kraft seines Einströmens bei der Einathmung jedenfalls geringer sein werden, als bei sehr hohem — *RD*. Das Ausbleiben einer Veränderung in der Schlagfolge des Herzens nach der Durchschneidung der *N. vagi* widerspricht nicht der immerhin möglichen Annahme einer directen Herzreizung, denn wenn auch dann keine Zunahme in der Zahl der Herzschläge bei der Inspiration stattfindet, so ist dieses einfach eine Folge der schon nach Durchschneidung ungemein grossen Geschwindigkeit des Herzschlages, die nicht wohl eine noch weitere Steigerung derselben zulässt.

Es ist ohne Weiteres klar, dass auf die Herzschlagänderung während der Athembewegungen die Nachgiebigkeit des Brustkastens sowohl als auch die verschiedene Tiefe und Dauer der einzelnen Respirationsacte einerseits, die constitutionelle Einrichtung des verlän-

gerten Markes und die verschiedene Erregbarkeit der *N. vagi* von der andern Seite einen maassgebenden Einfluss ausüben werden. Man könnte demnach versucht sein, ein bestimmtes Verhältniss zwischen den Eigenschaften der Athembewegungen und der Herzschlagsänderung aufzustellen, aber ein solches Vorhaben kann auf eine allgemeine Gültigkeit keinen Anspruch haben, denn 1) wird selbst die gleiche Bewegung der Brustwand bei verschiedenen Individuen weder zu einer gleichen Strömung des Blutes im Kopfe, noch zu einem gleich grossen Einströmen von Blut in's Herz führen; 2) wird auch die bei verschiedenen Individuen in so grossen Breiten wechselnde Blutmenge eine wichtige Rolle dabei übernehmen, und 3) endlich ist auch das Verhältniss zwischen der Reizbarkeit der Vaguswurzeln und derjenigen des Herzens bei verschiedenen Individuen sehr verschieden.

Im Allgemeinen kann daher nur soviel ausgesagt werden, dass die Herzschlagsänderung, die unter Umständen sogar fehlen oder wenig ausgesprochen sein kann, bei verschiedenen Thierarten sowohl als auch bei verschiedenen Individuen derselben Art je nach dem Vorwiegen oder Fehlen der vorhin genannten Bedingungen eine verschiedene Grösse sein wird, und im Ganzen um so grösser, je nachgiebiger die Brustwand ist und je langsamer und tiefer die Athembewegungen erfolgen. Bedauern muss ich es, dass es mir nicht vergönnt war, diese Versuche auch auf andere Thiere als Hunde auszudehnen.

In welcher Grösse die besprochene Aenderung in der Schlagfolge des Herzens auch für den Menschen ihre Anwendung findet, müssen wir dahingestellt lassen, aber erwähnen muss ich, dass ich sie auch am Menschen beobachtet habe und dabei eine Zunahme der Zahl der Herzschläge während der Inspiration und eine Abnahme während der Exspiration gefunden; an mir selbst fehlt diese Erscheinung vollständig, und die Zahl der Herzschläge bleibt selbst während möglichst tiefer In- und Exspiration genau dieselbe.

2. Veränderungen im Blutdruck.

Für die Veränderungen, die der Blutdruck während der Athembewegungen erleidet, bestehen zwei Ursachen: 1) die *beschleunigenden Kräfte,* die die Bewegungen der Brustwand ausüben und 2) die am *Herzen hervorgebrachte Füllung mit Blut.* Als begünstigendes Moment kann auch die *veränderte Schlagfolge des Herzens* angeführt werden.

Die beschleunigenden Kräfte, die durch die Brustbewegungen erzeugt werden, hängen von dem Druckunterschiede der Luft auf der äussern und innern Lungenoberfläche ab und machen ihren Einfluss namentlich beim Beginne der In- und Exspiration geltend, während der Einfluss der Blutfüllung mehr im weiteren Verlaufe der Respirationsbewegungen hervortritt.

Durch die Einathmung werden das Herz und die grossen Gefässe, die an der äussern Lungenoberfläche liegen, unter geringe Spannung versetzt, und dem entsprechend sinkt auch im Beginne der Inspiration, wenn sie nur nicht eine zu kurze ist, der mittlere Blutdruck um ein Geringes unter den Werth herab, der ihm während der vorhergehenden Ausathmungspause zukam. Analog dieser Erscheinung sahen wir auch beim — *RD* im ersten Momente meist eine Abnahme des Blutdruckes erfolgen. Aber diese Abnahme kann bei der Inspiration nicht lange anhalten; in Folge des gesetzten Spannungsunterschiedes strömt eine bedeutende Quantität Blut dem Herzen zu, und wird durch das erregbare Herz sofort für den Strom nutzbar gemacht; der Inhalt des arteriellen Systems wird dadurch unter höhere Spannung versetzt, und dieses spricht sich darin aus, dass im weitern Laufe der Inspiration der arterielle Blutdruck eine Zunahme erfährt; da sich nun die Füllung des Herzens und folglich auch die der Arterien so lange erhält, als die Inspiration selbst, so erfährt auch der Blutdruck während der ganzen Dauer der Inspiration keine Abnahme mehr. Der hohe — *RD* bewirkt dieselbe Füllung am Herzen und dem entsprechend sahen wir auch dort eine Steigerung des mittlern Blutdruckes während der Dauer seines Bestehens auftreten. — Wie man sieht, wird also der erste druckerniedrigende

Einfluss der verminderten Spannung im weitern Verlaufe der Inspiration durch die Anfüllung des Herzens mit Blut nicht nur in seiner Wirkung gehemmt und beeinträchtigt, sondern auch factisch aufgehoben. Diese Thatsache, die sich aus dem Vergleiche der Puls- und Respirationscurven ergiebt, wird auch schon durch theoretische Erwägungen wahrscheinlich gemacht, denn die Abnahme, die die Spannung auf der äussern Lungenoberfläche erfährt, ist bei einer gewöhnlichen Inspiration nicht bedeutend und genügt selbst bei sehr hohem — *RD*, wie wir gesehen haben, nur um auf jedes Steigen ein Sinken folgen zu lassen, nicht aber um den Einfluss des Blutzuflusses ganz aufzuwiegen und eine dauernde Erniedrigung des mittlern Blutdruckes herbeizuführen; die Füllung des Herzens dagegen wird selbst durch eine gewöhnliche Einathmung in genügendem Maasse hervorgebracht, besonders wenn man die grosse Flächenausdehnung der Venen in Anschlag bringt und den Umstand berücksichtigt, dass auch der Abfluss aus den Arterien während der Inspiration im Vergleiche mit dem während der Exspiration ein geringerer ist; daher kann hier auch die Zunahme des Blutdruckes eine stetige sein.

Stellt sich nun nach Ablauf der Inspiration die Exspiration ein, so summiren sich in ihrem Beginne zwei Einflüsse, um den Blutdruck rasch bis zur bedeutendsten Höhe ansteigen zu lassen: die beschleunigende Kraft der Brustbewegung, die aus der Zunahme der auf den Brusteingeweiden lastenden Spannung hervorgeht und die vorher bestandene Blutanfüllung des Herzens, die jetzt erst allmälig zur Ausgleichung gelangt. Der Wirkung dieser beiden Einflüsse, namentlich aber des erstern ist das beobachtete Steigen des Blutdruckes im Beginne der Ausathmung beizumessen; dem entsprechend haben wir auch beim $+RD$ gesehen, dass er die Spannung des Blutes vermehrt, wenn er von Null bis zu seinem Maximum ansteigt. Aber im weitern Verlaufe der Exspiration wird der Abfluss des Blutes aus dem Herzen und Arterien begünstigt, das genügende Nachströmen aus den Venen dagegen erschwert, der Nutzeffect des Herzens wird dadurch herabgesetzt, der Inhalt des arteriellen Systems unter geringere Spannung gebracht; der drucksteigernde Einfluss der erhöhten Span-

nung wird im Verlaufe der Exspiration durch die eintretende Bl
leere der Arterien aufgewogen und vernichtet, daher das beobacht
regelmässige Sinken des Blutdruckes während der Ausathmu
ebenso sahen wir auch beim künstlichen + *RD* selbst bei ei
verhältnissmässig niedrigen, den Blutdruck im arteriellen Syst
trotz der erhöhten Spannungszunahme, in Folge des gehemm
Rückflusses des Blutes zum Herzen eine Abnahme erleiden, die
so grösser wurde, je höher der + *RD* stieg, und den Blutdruck
einem gewissen Grade der Blutleere, trotz des fortbestehenden He
schlags, horizontal verzeichnet werden. — Die durch die Exspirati
bedingte geringere Blutfüllung des Herzens und der Arterien
aber während der ganzen Dauer der Ausathmung an, und dem e
sprechend, haben wir auch nie im weitern Laufe der Exspiration ei
Steigerung des Blutdruckes beobachtet.

Ausser den beiden Elementen, die wir bisher zur Erklärung
Veränderungen im Blutdrucke beim Athmen benutzt haben, kön
als drittes Element, das den beiden ersten jedenfalls aber an Wi
samkeit nachsteht, die Veränderung in der Herzschlagsgeschwin
keit angeführt werden; ihr Einfluss spricht sich darin aus, dass
denjenigen Fällen, wo sie deutlich ausgesprochen auftritt, das A
steigen während der Inspiration und das Absteigen während
Exspiration viel rascher geschieht als in denjenigen Fällen, wo
Herzschlagsänderung fehlt. Dagegen kann aber das wirkliche
stehen und wechselnde Ueberwiegen der beiden ersten Eleme
gerade in diesen letztern Fällen, z. B. nach Vagusdurchschneidu
reiner beobachtet werden, einerseits weil nun die Veränderungen
der Schlagfolge des Herzens vollkommen ausbleiben und die Ex
sionen der Herzschläge und des Blutdruckes geringer werden,
Ueberwiegen der Blutfüllung über den Spannungsunterschied
vice versa daher nicht mehr so schnell erfolgt, andererseits al
weil in Folge der Vagusdurchschneidung die Athembewegungen se
tiefer und langsamer werden und daher einen grössern Einfl
erlangen können, namentlich aber bedeutendere Spannungsunte
schiede setzen.

Dass bei Beurtheilung des Einflusses der Athembewegungen a

den Blutstrom die Berücksichtigung der durch das Athmen gesetzten Spannungsunterschiede allein, wie es bisher gethan worden, nicht ausreicht, und man daher auch ihre weiteren Folgen zur Erklärung der beobachteten Thatsachen mit benutzen muss, wie ich es hier versucht habe, beweist der schon längst bekannte Umstand, dass die Spannungs-Zu- und Abnahme in der Brusthöhle und im Gefässinhalt nie die gleiche Grösse erreichen und, wie wir jetzt gefunden, nicht einmal im ganzen Laufe der einzelnen Athemacte einander parallel gehen.

Es ist nach dem Vorhergehenden klar, dass der *Gesammteinfluss der Athembewegungen* eine grosse Abhängigkeit zeigen wird von den constitutionellen Einrichtungen des verlängerten Markes und der verschiedenen Erregbarkeit der *N. vagi;* wenn z. B. die Reizbarkeit der *Vagi* gross ist, die automatischen Erreger der Respiration aber unbedeutend und die Athembewegungen daher einander nicht rasch folgen, so gewinnen die Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck einen grossen Einfluss, und alle Folgen desselben prägen sich dann, unter sonst gleichbleibenden Umständen, am deutlichsten aus. Ist dagegen die Vagusreizung gering, theils weil seine Reizbarkeit unbedeutend ist, und theils auch, weil die automatisch auf ihn wirkenden Erregungsmittel niedrig sind, so sind die Veränderungen in der Pulscurve nur abhängig von den beschleunigenden Wirkungen des Brustkastens und von der Blutfüllung des Herzens, und das An- und Absteigen erfolgt nicht mehr so rasch, wie im ersten Falle; endlich kann aber die Reizbarkeit der *Vagi* zugleich mit den automatischen Reizen beträchtlich sein; dann spricht sich der Einfluss des Athmens am wenigsten aus; die Inspiration kann dann nur unbedeutend beschleunigen, die Exspiration nur unbedeutend verlangsamen, und die Zu- und Abnahme im Blutdrucke ist keine ausgesprochene, da die Excursion jedes einzelnen Herzschlages immer grösses ist, weil in Folge der langen Pausen sich immer genügend Blut sammeln kann.

Die mitgetheilten Versuche geben noch zu folgenden Bemerkungen Veranlassung.

1) Sie bestätigen die Annahme eines Tonus der *N. vagi*, wen nämlich dieser Ausdruck nur im Sinne einer in kurzen Zwische räumen periodisch wiederkehrenden Reizung gebraucht wird, u verlegen die Ursache desselben in die durch die Ein- und Aust mung ungleich gemachte Vertheilung des Blutes im Gehirne u verlängerten Marke. Dadurch lassen sie uns zugleich den Einf der constitutionellen Blutmenge auf den Herzschlag besser einseh und erklären namentlich den bei Verblutung oder Blutleere überha gewöhnlich eintretenden frequenten Herzschlag.

2) Sie lehren uns die Möglichkeit kennen, den Blutdruck o Blutentziehung oder Einspritzung nach Belieben sinken oder steig zu lassen, und zwar in solchen Grenzen, wie dieses durch kein deres Mittel hervorgebracht werden kann, und geben uns daher richtigen Schätzung von plötzlichen und bedeutenden Aenderun im Werthe des Blutdruckes einen neuen Maassstab an die H Freilich behält diese Wahrnehmung nur ein beschränktes Inter denn sie kann wegen der zugleich eingeführten grossen Störun keine Anwendung in der praktischen Physiologie finden; dage bietet der oben beschriebene Versuch des Einführens einer Blas den rechten Vorhof, bei genügender Vorsicht in der Anwend ein gutes Mittel an die Hand, den Blutdruck bedeutend und dau herabzusetzen.

3) Sie geben uns endlich eine Bestätigung der Brunner's Beobachtungen und erlauben die Frage über die Spannung des ru den Blutes weiter zu verfolgen.

Durch die mitgetheilten Beobachtungen und die aus ihnen geleiteten Anschauungen glauben wir ein besseres Verständniss des flusses der Athembewegungen auf den Kreislauf angebahnt zu hab aber da wir uns nicht verhehlen, wie überaus Vieles in diesem Geb der Physiologie noch geleistet werden muss, so enthalten wir uns den Augenblick aller auch jetzt schon möglichen Folgerungen, un betrachten die vorliegende Untersuchung nur als eine Vorarbeit, di in Folge der erlangten sichern Einsicht in die Grundelemente de Frage ein weiteres Vordringen wesentlich unterstützen wird.

XIV.

Ueber einige Punkte, betreffend den Bau des Haarbalgs und der Haare der menschlichen Kopfhaut.

Von

P. Chapuis und **Jac. Moleschott.**

Mit einer Tafel.

Einleitung.

Der Haarbalg der menschlichen Haut ist von Kölliker [1]) und Reissner [2]) in den wichtigsten Punkten so gründlich beschrieben worden, dass nachfolgende Untersucher sich keine reiche Aehrenlese versprechen dürfen. Trotzdem ist auch hier noch mancherlei zu thun übrig geblieben. Denn einmal sind Kölliker und Reissner nicht überall mit einander einverstanden, — wir erinneren zum Beispiel an das obere Ende der inneren Wurzelscheide oder an die Frage, ob ein Fortsatz der Papille in das Mark hinaufragt —, und zum Anderen hat Kölliker einzelne Punkte mit anerkennenswerther Vorsicht unentschieden gelassen, z. B. die Natur der dunkelrandigen Elemente

---

[1]) Kölliker, mikroskopische Anatomie, Bd. II, erste Hälfte, Leipzig 1850, S. 124 und folg., und in seinem Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 3. Aufl., Leipzig 1859, S. 138 und folg.

[2]) Reissner, Beiträge zur Kenntniss der Haare des Menschen und der Säugethiere, Breslau 1854, S. 86 und folg. und S. 96 und folg.

in der mittleren Schicht des Haarbalgs oder den Ort, wo die Gla-
haut beginnt und aufhört.

Schwerlich hätten indess diese Zweifel und jene Widersprüch
uns dazu vermocht, uns einlässlicher mit dem Haarbalg zu beschäf
gen, wenn nicht eine neue und in der That sehr bequeme Unte
suchungsweise es hätte einladend erscheinen lassen, diejenigen Punkt
welche als ausgemacht gelten, einer erneuten Prüfung zu unterwe
fen und bei der Gelegenheit wo möglich die obwaltenden Streitfrage
zu lösen. Virchow hat irgendwo mit Recht die Forderung betont
dass alle Methoden der Untersuchung zu demselben Endziel führe
müssen, wenn dieses letztere als der wahre Ausdruck für die Natu
eines Gewebes gelten soll. Wir erlauben uns von dieser Wahrhe
für unseren Fall die vielleicht etwas nüchtern lautende Anwendung
dass man ein Ding von allen Seiten betrachtet haben muss, wen
man eine wirklich befriedigende Darstellung von seinem Bau u
seinem Gefüge haben will.

Um rasch zur Sache zu kommen, wir sind der Meinung, d
man die Methode der Querschnitte, die seit ihrer glücklichen Ve
werthung durch Henle und Stadelmann für so manche Gewe
die besten Früchte getragen hat, für den Haarbalg nicht grundsä
lich genug zu Rathe zog. Am meisten hat dies neuerdings Leydi
für den Haarbalg von Thieren gethan [1]). Uns wurde die Anwe
dung dieses Verfahrens besonders dadurch erleichtert, dass, w
einer von uns schon früher hervorgehoben [2]), Hautriemen, die l
gere Zeit in Moleschott's starker Essigsäuremischung gelegen h
ben, wenn sie nachher getrocknet worden, sich zur Anfertigung v
Schnitten in jeglicher Richtung sehr bequem eignen. Führt m
solche Schnitte parallel und senkrecht zur Oberfläche der Haut u
lässt man dieselben darauf in starker Essigsäuremischung wieder a
weichen, dann kann man leicht eine Reihe von Präparaten zusamm
stellen, die über die meisten Punkte den Haarbalg betreffend befr
digenden Aufschluss geben.

---

[1]) Vergl. Leydig's Abhandlung in dem Archiv von Reichert und Du Boi
Reymond Jahrgang 1859.

[2]) Moleschott in dieser Zeitschrift, Bd. VI, S. 398.

1. Der Haarbalg im engeren Sinne.

Gerlach giebt die Länge des Haarbalgs zu 2,25 bis 5,625 Mm. an [1]). Es ist aber an der betreffenden Stelle nicht näher bezeichnet, auf welche Oertlichkeit sich jene Maasse beziehen. Nach unseren Messungen schwankt die Länge der Haarbälge in der Kopfhaut zwischen 2,7 und 3,8 Mm. Das Mittel aus zehn Messungen ergab 3,3 Mm.

Die Dicke, die sich an den Querschnitten genau bestimmen liess, ist je nach der Höhe, in der sie gemessen wird, sehr verschieden. In der Nähe der Mündung an der Oberhaut ist der Haarbalg am dünnsten, am dicksten dagegen zwischen dem Ansatz des Gänsehautmuskels und dem Gipfel der Papille. Unweit der Oberhaut schwankt der Durchmesser zwischen 0,07 und 0,23 Mm., und 26 Messungen ergeben als Durchschnittszahl 0,153 Mm. Zwischen dem Ansatz des Muskels dagegen und dem oberen Ende der Papille ist das Mittel aus 37 Messungen 0,3 Mm.; die Grenzwerthe waren 0,25 bis 0,35 Mm. Noch weiter nach unten verjüngt sich der Haarbalg wieder. Dreizehn Messungen an Querschnitten, in welchen die Papille selbst getroffen war, führten zu 0,228 Mm. als Mittel, zu 0,135 Mm. als Minimum, und 0,3 als Maximum.

Untersucht man unversehrte Haarbälge, die ganz isolirt sind, so sieht man deutlich, dass der Haarbalg nicht etwa, wie es in vielen Beschreibungen und Zeichnungen ausgedrückt ist, kolbenförmig, sondern verjüngt endigt (s. Figur 2). Wir fanden an solchen Haarbälgen den Durchmesser dicht über der Papille 0,29 bis 0,30, in mittlerer Höhe der Papille 0,27 bis 0,30, und unterhalb der Papille 0,12 bis 0,16 Mm.

Im Allgemeinen lässt sich die Form des Haarbalgs zwar als cylindrisch bezeichnen, auf dem Querschnitt erscheint er jedoch, zumal in seinem unteren Dritttheil, häufig elliptisch. Wir haben in

---

[1]) Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre, 2. Aufl., Mainz 1854, S. 542. Vergl. Kölliker, mikroskopische Anatomie, Bd. II, erste Hälfte, S. 124.

solchen Fällen die kleine Achse mit der grossen verglichen und fanden für Querschnitte aus der Höhe der Papille als Ergebniss von je fünf Messungen ein mittleres Verhältniss von 7 : 8, aus der Gegend zwischen Papille und Muskelansatz als Ergebniss von je dreizehn Messungen 29 : 32, also so ziemlich dasselbe Verhältniss in verschiedener Höhe von der Papille bis zum Ansatz des Haarbalgmuskels. Oberhalb der Einmündung der Talgdrüsen gegen die Oberhaut hin liefert der Haarbalg selten elliptische Querschnitte, in einzelnen Fällen freilich solche, in denen die kleine und grosse Achse mehr von einander abweichen, als in den tieferen Theilen des Haarbalgs. Je drei Messungen solch elliptischer Querschnitte führten für die beiden Achsen zu dem Verhältniss 13 : 16.

Aus diesen Messungen folgt, dass der Haarbalg zwar sehr oft ziemlich vollkommen cylindrisch, in seinem unteren Drittel jedoch nicht selten und bisweilen auch in den höheren Theilen mehr oder weniger platt gedrückt ist, so dass sein Querschnitt nicht eine kreisrunde, sondern eine elliptische Figur darbietet. Oberhalb der Einmündung der Talgdrüsen sind die Haarbälge viel dünner als unter dem Ansatze der Haarbalgmuskeln, aber von dem Gipfel der Papille nach abwärts verjüngt sich der Follikel so rasch, dass sein Querdurchmesser an dem unteren Ende eben so klein oder gar kleiner ist als der in der Nähe der Oberhaut unweit der freien Mündung. Kurzum, der Haarbalg der menschlichen Kopfhaut endigt mit einer abgerundeten Spitze, und es ist wohl von einer Uebertragung der bekannten Endigungsweise der Haarwurzel auf den Follikel herzuleiten, dass man auch dem letzteren durch Wort und Zeichnung mehrfach ein kolbenförmiges Ende zuertheilt hat.

Seit Kölliker's Untersuchungen weiss man, dass der eigentliche Haarbalg aus drei Schichten besteht, einer äusseren, deren Elemente der Längsachse des Balgs parallel sind, einer mittleren, die aus kreisförmig um den Balg herum verlaufenden Bestandtheilen zusammengesetzt ist, und einer inneren structurlosen Glashaut.

Die äussere Schicht des Haarbalgs ist ihrer qualitativen Zusammensetzung nach von Kölliker richtig beschrieben worden. Wenn aber Kölliker behauptet, diese äussere Haut sei die dickste der

drei Lagen des Haarbalges [1]), so kann dies nur auf einer Schätzung beruhen, die an Längsansichten des unverschrten Haarbalgs vorgenommen wurde. Die Scheidung der drei Lagen des eigentlichen Haarbalgs ist am deutlichsten zwischen dem Ansatz des Muskels und der Papille. Wir haben eine Anzahl Querschnitte benützt, um die Dicke der äusseren Schicht des Haarbalgs mit derjenigen der mittleren messend zu vergleichen. Das Mittel von je 21 Messungen ergab für die äussere Schicht des Haarbalgs eine Dicke von 0,02, für die mittlere von 0,031 Mm. Man würde aber die Dicke der äusseren Schicht entschieden überschätzen, wenn man aus diesen Zahlen folgern wollte, dass sie sich zu derjenigen der mittleren Lage des Haarbalgs durchschnittlich wie 2 : 3 verhalte. Um nämlich jene vergleichenden Messungen vornehmen zu können, mussten Durchschnitte mit gut entwickelter äusserer Schicht förmlich gesucht werden; in sehr vielen Fällen ist die äussere Lage so dünn, dass sie gar keine sichere Messung gestattet. Ausnahmsweise freilich kann die äussere Lage des Haarbalgs die Dicke der mittleren erreichen oder gar übertreffen. Unter 21 vergleichenden Messungen fanden wir einmal beide gleich dick (0,017 Mm.), einmal die äussere dicker (0,05 Mm.) als die mittlere (0,04 Mm.). Abgesehen von diesen Ausnahmen schwankt die Dicke der mittleren Schicht zwischen 0,015 und 0,043, die der äusseren zwischen 0,007 und 0,037 Mm.

Also ist die mittlere Schicht der Regel nach die stärkste des Haarbalgs.

Was ihr Gewebe anbelangt, so besteht sie aus gewöhnlichem Bindegewebe mit jungen elastischen Fasern. Die Fältchen des Bindegewebes und die elastischen Fasern verlaufen alle in der Richtung von Kreisen oder Kreisabschnitten um den Haarbalg. Glatte Muskelfasern sind jenen Elementen nicht beigemischt, so sehr man auch beim Anblick der Oberfläche eines unversehrten Haarbalgs an deren stäbchenförmige Kerne erinnert wird. Der eine von uns hat noch vor Kurzem die Frage, ob es sich hier um glatte Muskelfasern

---

[1]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl., 1859, S. 138.

handle, mit Kölliker unentschieden gelassen [1]), unsere Querschnitte haben uns aber jetzt befriedigende Auskunft gegeben. Die bei der Längsansicht des Haarbalgs an Kerne erinnernden Gebilde verhalten sich sowohl der Form als den chemischen Eigenschaften nach wie elastische Fasern. Sie sind dunkelrandig, stark zugespitzt, ihr Verlauf ist ziemlich geschwungen, sie enthalten keine Kerne, sind auch in ihrer Mitte viel schmäler als glatte Muskelfasern und zeigen eine sehr verschiedene Länge. Auch die kleinsten, die in der Grösse etwa grossen Kernen glatter Muskelfasern entsprechen könnten, sind an beiden Enden deutlich zugespitzt, und es läge nahe, sie als Bindegewebskörperchen anzusprechen, wenn sie nicht eben kernlos wären. Wir stellen deshalb die in Rede stehenden Bildungen auf die Linie junger elastischer Fasern. Sie widerstehen verdünnter Kalilauge (10 %), in welcher die glatten Muskelfasern sich rasch lösen. Wir haben wiederholt die Haarbälge mit 32,5- oder 35procentiger Kalilauge behandelt, die nach Moleschott's Erfahrungen [2]) ein so ausgezeichnetes Mittel ist, um glatte Muskelfasern zu isoliren, allein niemals treten dieselben in der mittleren Schicht des Haarbalgs zum Vorschein, während sie in Bruchstücken von Gänsehautmuskeln, die in den untersuchten Hautschnitten vorhanden waren, deutlich erschienen. Der Grund, warum die elastischen Fasern bei der Längsansicht des Haarbalgs an Kerne glatter Muskelfasern erinnern, liegt in ihrem geschwungenen Verlauf, der es mit sich bringt, dass man, auf die Fläche des unversehrten Haarbalgs sehend, immer nur ein Bruckstück der kleinen elastischen Faser in der richtigen Focaldistanz hat, während sich dieselbe auf Querschnitten in ihrer ganzen Ausdehnung übersehen lässt. Der jetzt erledigte Zweifel wäre gewiss nie entstanden, wenn man die betreffenden Gebilde nicht erst auf Querschnitten des Haarbalgs gesehen hätte (Fig. 5, c. Fig. 7).

Die elastischen Fäserchen in der mittleren Schicht des Haarbalgs, die nahezu in ihrer ganzen Ausdehnung in Ebenen liegen, welche

---

[1]) Moleschott, diese Zeitschrift, Bd. VI, S. 400. Vgl. Kölliker, Handbuch, 3. Auflage, S. 139.

[2]) Vergl. diese Zeitschrift, Bd. VI, S. 384.

senkrecht auf der Achse des Haarbalgs stehen, messen in ihrer Breite 0,0016 bis 0,0022 Mm., in ihrer Länge von 0,01 bis 0,06 Mm. Die kleinsten sind viel häufiger als die grössten, ziemlich häufig aber Fasern von 0,025 bis 0,04 Mm.

An dem innern Rand der mittleren Schicht des Haarbalgs bemerkt man auf Querschnitten nicht selten einen ziemlich scharf abgesetzten Saum, der bald punktirt oder schwachkörnig, bald dagegen in der Richtung von Radien des Haarbalgs schraffirt erscheint [1]). Als wir dieses Saumes, der etwas breiter als die Glashaut zu sein pflegt, zuerst ansichtig wurden, dachten wir daran, wir könnten es mit Bruchstücken der umgeschlagenen Glashaut zu thun haben. Diese Auffassung wurde aber dadurch widerlegt, dass wir öfters ganz deutlich den fraglichen Saum rings um die Glashaut verlaufen sahen. Er gehört zur mittleren Schicht des Haarbalgs, in welche er oft allmälig übergeht. Wegen dieses letzteren Verhaltens und weil er nicht beständig ist, kann dieser Saum nicht etwa als der Ausdruck einer besonderen Schicht des Haarbalgs angesehen werden.

Zwischen den einzelnen elastischen Fäserchen bleibt ein ziemlicher Abstand frei, der nur von Bindestoff ausgefüllt ist; denkt man sich aber von dem Mittelpunkt des Haares nach dem Umfang des Querschnitts eines Haarbalgs Radien gezogen, dann kommen auf jeden Radius gewöhnlich zwei bis drei, bisweilen aber auch vier und selbst fünf elastische Fasern. Man darf also nicht mit Kölliker behaupten, dass die mittlere Lage des Haarbalgs aus einer *„einfachen"* Lage querlaufender Fasern bestehe [2]).

Alle diese Angaben beziehen sich vorzugsweise auf denjenigen Theil des Haarbalgs, welcher zwischen dem Gipfel der Papille und dem Ansatze des Haarbalgmuskels begrenzt ist. Nach Kölliker soll sich die mittlere Faserhaut vom Grunde des Haarbalges nur bis in die Gegend, wo die Talgdrüsen einmünden, erstrecken [3]). Wir

---

[1]) Vergl. die Abbildung eines Querschnitts vom Haarbalg in Moleschott's physiologischem Skizzenbuch, Fig. 14.

[2]) Handbuch der Gewebelehre, 3. Auflage, S. 138.

[3]) Ebendaselbst.

können dies nicht unbedingt unterschreiben. Querschnitte aus den oberflächlichsten Hautschichten, da wo die innere Wurzelscheide des Haares fehlt, zeigen um die Fortsetzung der äusseren Wurzelscheide herum sehr häufig deutlich im Kreise verlaufende Bindegewebsfältchen, denen kleine elastische Fasern eingewebt sind, in ihrer Richtung gleichfalls dem Umfang des Haarbalgs entsprechend (Fig. 4 e). Allerdings geht diese aus circulairen Elementen bestehende Schicht ohne deutliche Grenze in die umgebende Lederhaut über, die sich durch Netze elastischer Fasern kennzeichnet. Aber in der nächsten Umgebung der allein übrig gebliebenen äusseren Wurzelscheide sind noch Elemente vorhanden, deren Richtung sie als Fortsetzung der mittleren Lage des Haarbalgs ausweist. In anderen Fällen findet man freilich um die Wurzelscheide herum einen körnigen Streifen, welcher nur als der Durchschnitt der aus längsfaltigem Bindegewebe bestehenden äusseren Lage des Haarbalgs gedeutet werden kann. Bei der Längsansicht des unversehrten Haarbalgs sieht man dieses längsfaltige Bindegewebe im Umkreise des Haarbalges in einzelnen Bündeln auseinander fahren, um sich in die umgebende Lederhaut zu verlieren.

Hiernach kann also in dem Theil des Haarbalgs, der oberhalb der Einmündung der Talgdrüsen liegt, entweder die äussere längsfaltige oder die mittlere kreisfaltige Lage des Haarbalgs fehlen. In dem Bereich des Malpighi'schen Schleimnetzes fehlen natürlich beide; das Haar ist hier nur von der äusseren Wurzelscheide umschlossen, der Haarbalg im engeren Sinne hat aufgehört zu bestehen, weil er nur durch die Lederhaut gebildet wird.

Die Papille, die sich auf dem Grunde des Haarbalgs erhebt, ist nicht als ein Fortsatz von dessen Wand zu betrachten, sondern als ein Aufsatz, der aus ganz anderen Formbestandtheilen zusammengesetzt ist, obwohl sie sehr fest mit der mittleren Schicht des Haarbalgs zusammenhängt. Die Gestalt der Papille ist von den meisten Beobachtern mehr errathen als deutlich beobachtet worden. Henle sagt, dass er die Gestalt nicht genau ermitteln konnte, „da beim Abreissen des Haares fast immer der untere „Theil des Haarknopfes um die Pulpa sitzen bleibt. Indess lässt „sie sich einigermassen auch durch den Haarknopf erkennen, welcher,

„so weit er die Pulpa umgiebt, heller ist, als an den höheren Stellen. „*Darnach scheint die Pulpa kurz und kegelförmig zu sein* [1]).“ Die Bezeichnung kegelförmig ist ganz richtig, in Henle's Abbildung ist jedoch die Papille, die er Pulpa nennt, viel zu niedrig gezeichnet. Unrichtig ist die Form der Papille in Kölliker's Abbildungen [2]), so dass man nur annehmen kann, dass dieser sonst ebenso glückliche als sorgfältige Beobachter die Papille nie ganz frei und unversehrt gesehen hat. Dennoch sagt Kölliker in seiner mikroskopischen Anatomie, S. 125, 127: Die Haarpapille „ist schwer zu erforschen, denn ihre Isolirung ist gänzlich dem Zufalle unterworfen, „doch ist es mir beim Ausziehen der Haare aus isolirten Haarbälgen in mehreren Fällen gelungen, sie ganz unversehrt im Grunde „des leeren Balges zu treffen, und einmal habe ich selbst beim Ausziehen eines Haares den vorher dicht über ihr abgeschnittenen Balg „so umzustülpen vermocht, dass die Papille nach dem Abreissen des „Haares ganz frei zu Tage lag. . . . . „Ueberall, wo ich der „Haarpapille deutlich ansichtig wurde, zeigte sich mir dieselbe als „eine grosse, schöne, ei- oder pilzförmige Papille, die durch einen „Stiel mit der Bindegewebslage des Balges zusammenhing.“ Nach der einen der Kölliker'schen Abbildungen, die sich auch in dem kleineren Handbuch befindet, hätte er die Papille verkehrt-eiförmig, nach der andern ellipsoidisch gesehen. Diese Form besitzt aber die Papille in der Kopfhaut des Menschen nach unseren Erfahrungen niemals. Dazu bestätigen Kölliker's Maassangaben den Verdacht, dass er keine ganze Papille völlig frei vor sich gehabt habe. An einem weissen Kopfhaar fand er die Länge der Papille $^1/_{40}'''$, die Breite $^1/_{20}'''$, also doppelt so breit, als lang, während in Wirklichkeit die Länge das Doppelte von dem Durchmesser an der breitesten Stelle beträgt. Man könnte an einen Druckfehler glauben, wenn nicht das kleinere Handbuch (S. 139) und die mikroskopische Anatomie (S. 127) dieselben Zahlen brächten. Es ist auch nicht wahrscheinlich, dass es

---

[1]) Henle, allgemeine Anatomie, S. 302.

[2]) Kölliker, mikroskopische Anatomie, Bd. II, erste Hälfte, Taf. II, Fig. 1, 2, und Handbuch der Gewebelehre des Menschen, S. 130, Fig. 66.

sich um einen Schreibfehler handelt, denn die Zahl, welche Kölliker für die Breite angiebt, passt ganz gut zu dem Durchmesser an der breitesten Stelle. Um diese Angabe vor jedem Zweifel zu sichern, theilen wir die Messungen, die wir an frei liegenden Papillen in unversehrten Haarbalg gemacht haben, in folgender Tabelle mit.

Maasse der Papille des Haarbalgs in der Kopfhaut des Menschen (Millimetermaass).

Länge.	Durchmesser am Ursprung.	Durchmesser in der Mitte.	Durchmesser am Gipfel.
0,290	0,090	0,145	0,020
0,200	0,055	0,085	0,010
0,195	0,060	0,090	0,010
0,190	0,050	0,120	0,017
0,220	0,060	0,125	0,007
0,180	0,060	0,090	0,015
0,240	0,050	0,060	0,050
0,170	0,060	0,085	0,003
0,235	0,060	0,125	0,015.

Hiernach ist die mittlere Länge der Papille 0,213 Mm., der Durchmesser an der dicksten Stelle 0,103, also durchschnittlich nahezu halb so gross. Kölliker fand die Breite zu 0,113 Mm., was sich nicht weit von unserem Mittel entfernt, dagegen die Länge wenig mehr als ein Viertel der wirklichen Länge. Ja Kölliker's Zahl für die Länge der Papille (0,056 Mm.) ist kaum ein Drittel von unserem Minimum (0,17 Mm.). Daraus geht denn wohl mit Bestimmtheit hervor, dass Kölliker keine unversehrte Papille gemessen haben kann.

Eine ganz richtige Abbildung der Papille hat Reissner gegeben (a. a. O. Taf. II, Fig. 9, c.), aber, wenn wir anders seine Erklärung der Abbildungen richtig deuten, von Ovis Aries. Die dort gezeichnete Form passt indess recht gut auch für den Menschen (vergl. die Figur 3 unserer Tafel bei e). Wie der eine von uns

schon früher angegeben [1]), die Gestalt der Papille in Haarbälgen aus der menschlichen Kopfhaut ist im Allgemeinen kegelförmig, an der Basis da, wo der Kegel vom Grunde des Haarbalgs emporsteigt, ein wenig verjüngt, aber nie gestielt. Der Gipfel des Kegels ist im Allgemeinen spitz, selten abgestutzt.

An der Basis schwankt der Durchmesser der Papille zwischen 0,050 und 0,090 Mm. Das Mittel von 9 Messungen ergab 0,061 Mm.

An der dicksten Stelle, die übrigens nicht genau in der Mitte, sondern etwas tiefer liegt (vergl. Fig. 3), sind die äussersten Maasse für den Durchmesser 0,060 und 0,145, das Mittel von 9 Messungen 0,103 Mm.

Der Gipfel des spitzen oder abgestumpften Kegels misst im Durchmesser 0,003 bis 0,050, als Mittel aus 9 Messungen 0,016 Mm. Wir würden an der Richtigkeit des Maximums zweifeln, wenn es sich dabei nicht um eine der längsten Papillen (0,24 Mm.) gehandelt hätte.

Was endlich die Länge der Papille betrifft, sie schwankt zwischen 0,17 und 0,29 Mm., Mittel aus 9 Messungen 0,213, also reichlich $^1/_5$ Mm., oder reichlich $^1/_{16}$ von der mittleren Länge des gesammten Haarbalgs.

Der Querschnitt der Papille ist nicht selten sehr schön kreisrund, in anderen Fällen und zwar namentlich an der dicksten Stelle elliptisch. Im Allgemeinen schwankte der Durchmesser der Papille auf Querschnitten gemessen zwischen 0,030 und 0,110, was mit den Messungen an unversehrten Papillen befriedigend übereinstimmt. In denjenigen Papillen, deren Querschnitte deutlich elliptisch waren, schwankte die kleine Achse zwischen 0,030 und 0,090, Mittel aus 6 Messungen 0,062 Mm., die grosse Achse mass 0,05 bis 0,11, im Durchschnitt 0,087 Mm. Das mittlere Verhältniss zwischen kleiner und grosser Achse elliptischer Querschnitte der Papille wäre also an-

[1]) Vergl. diese Zeitschrift, Bd. IV, S. 120. Vergl. auch die neuesten Mittheilungen von Leydig in dem Archiv von Reichert und Du Bois-Reymond, 1859, S. 724. Die Beschreibung, welche Leydig dort nach Untersuchungen an Thieren giebt, stimmt ganz zu der von uns beim Menschen beobachteten Form.

nähernd 5 : 7. Für viele Fälle ist daher der Vergleich der Papille mit einer Zwiebel treffender als der mit der Kegelform, und es wiederholt sich demnach an der Papille die leichte Abplattung, die oben (S. 327, 328) dem ganzen Haarbalg zugeschrieben wurde. Es kommt aber die Abplattung an der Papille bisweilen auch dann vor, wenn der Querschnitt des Haarbalgs sehr vollkommen kreisrund ist.

Unterhalb der Papille ist die Wand des Haarbalgs etwas verdickt, und eben diese verdickte Stelle ist das verjüngte Ende des Haarbalgs. Die Dicke der Wand des eigentlichen Haarbalgs beträgt in der Höhe der Papille 0,02 bis 0,03 Mm., während sie unter der Basis der Papille 0,09 bis 0,11 Mm. misst. Dieser unterste Theil der Haarbalgwand ist reich an Kernen und elastischen Fäserchen. Am Grunde isolirter Haarbälge hängen öfters Blutgefässchen, die um Eine Stufe höher entwickelt sind als structurlose Capillaren und vielleicht in die Papille eindringen, obwohl es uns bisher nicht gelang, im Innern derselben die Haargefässe wahrzunehmen.

Von einem Fortsatz der Papille, welcher höher als der Haarkolben (so nennen wir Henle's Haarknopf) in die Haarwurzel hinaufreichte, haben wir nie etwas gesehen. Und doch haben wir Dutzende ganz frei liegender Papillen in Haarbälgen gemustert, die nicht der leisesten Zerrung unterworfen worden. Wir bedienten uns nämlich nur solcher Papillen zur Untersuchung, welche durch Maceration von Kopfhautriemen in Moleschott's starker Essigsäuremischung frei geworden waren, ohne dass wir auf mechanischem Wege irgend etwas damit vorgenommen hätten. In dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule werden solche Hautriemen nun schon über drei Jahre in starker Essigsäuremischung aufbewahrt, und es genügt von Zeit zu Zeit, die Flüssigkeit abzugiessen und sorgfältig zu durchsuchen, um die unteren Enden zahlreicher Haarbälge auf's Schönste isolirt sammeln zu können. Ein Theil dieser Haarbalgstücke, die nicht selten beinahe halb so lang sind, wie der ganze Haarbalg, zeigt den Haarkolben in der natürlichen Lage und dessen Höhlung von der Papille ausgefüllt, ein anderer Theil bietet Einem die angenehme Ueberraschung, dass sich der Haarkolben nicht bloss vollständig von der Papille abgehoben, sondern sogar eine Strecke weit davon ent-

fernt hat. Die Papille liegt vollkommen frei, oder sie ist nur von einigen rundlichen Zellen bedeckt, welche den vom Haarkolben losgelösten und dessen Weg vom Gipfel der Papille nach oben bezeichnenden jungen Haarzellen durchaus ähnlich sehen. Was in diesen Fällen die Papillen frei gemacht hat, ist offenbar eine Aufquellung des Haarkolbens, von dem sich einzelne Zellen, zum Theil in Gruppen verbunden, abgelöst haben. Der in einiger Entfernung von der Papille liegende Haarkolben zeigt bisweilen Spalten, deren wir bis zu vier beobachten konnten, bisweilen nicht.

Ueberhaupt hat man Gelegenheit, die Abhebung des Haarkolbens von der Papille, welche jenen wie ein über das Gesicht herabgezogener Hut bedeckt, in den verschiedensten Uebergängen zu sehen. Zu dem Ende verschmähe man ja nicht, die ziemlich häufig in der bezeichneten Flüssigkeit herumschwimmenden kleinen Bruchstücke, die sich durch einen braunschwarzen Fleck als die blinden Enden von Haarbälgen ausweisen. Erkennt man unter der dicksten Stelle jenes Flecks mit unbewaffnetem Auge noch einen weissen Anhang, so wird man unter dem Mikroskop sehr oft den unversehrten Grund eines Haarbalgs finden. Nun kommt es vor, dass der Kolben noch in der Abhebung von der Papille begriffen ist, und zwar hängt er dann nicht selten gerade über deren grösstem Umfang fest, wobei jene keulenförmig verdickten Bilder auftreten, wie sie Kölliker gezeichnet hat. Oder das untere Ende des Kolbens bis zu dem grössten Umfang der Papille hinauf ist sitzen geblieben, die Papille kranzförmig umgebend, und der obere Theil ist abgerissen und weit genug entfernt, um das spitze obere Ende der Papille vollkommen frei dem Beobachter darzubieten. Kurzum, das Verhältniss des Haarkolbens zur Papille lässt sich prächtig erforschen, ohne Nadel oder Messer zu rühren.

Ueber das Gewebe der Papille wird man sehr leicht aufgeklärt, wenn man dieselbe ganz isolirt, wie man sie sich aus Präparaten, die durch starke Essigsäuremischung aufgeweicht sind, leicht verschaffen kann, mit starker Essigsäure oder 35procentiger Kalilauge behandelt. Man findet dann, dass die Papille nicht aus Bindegewebe

besteht, sondern, entgegen der Behauptung Kölliker's [1]), aus rundlich-vieleckigen Zellen, die dicht zusammengedrängt sind, deutliche Kerne nebst einem blassen, feinkörnigen Inhalt besitzen, und 0,01 bis 0,019, durchschnittlich 0,013 Mm. messen. Ausser diesen Zellen, die man besonders schön an Querschnitten der Papillen beobachten kann, haben wir einzelne elliptische Kerne gesehen, welche an die Kerne von Haargefässen erinnerten. Isolirte Haargefässe vermochten wir nicht darzustellen.

Dunkelrandige Nervenfasern sahen wir einmal zu dem blinden, verjüngten Ende des Haarbalgs herantreten, ohne deren Fortsetzung in die Papille verfolgen zu können. Auch Leydig hat vergeblich darnach gesucht [2]). „Von Nervenfasern", sagt Leydig, „sah ich niemals auch je die geringste Spur in der Papille (Pulpa) „der Tasthaare, weder bei den colossalen Formen der Robbe, noch „bei irgend einem anderen Säuger." Auf den Querschnitten der Papille sind wir so wenig Nerven als Haargefässen begegnet.

Die von Kölliker richtig beschriebene Glashaut ist ein auszeichnendes Merkmal für die untere Hälfte des Haarbalgs. Sie erhebt sich vom Grunde desselben bis in die Gegend der Talgdrüsen, welche ungefähr das mittlere Dritttheil des Haarbalgs einnehmen, so jedoch, dass die untere Grenze dieses Drittels von dem untersten Lappen der Talgdrüse in der Regel nicht erreicht, die obere Grenze dagegen von dem Ausführungsgang gewöhnlich überschritten wird (Fig. 1). Dass die Glashaut, wie Dalzell lehrt [3]), an der Papille aufsteigen, und, wie sie sonst die innere Oberfläche des eigentlichen Haarbalgs bekleidet, auch die Papille umhüllen sollte, davon haben wir nie eine Andeutung gesehen, weder an Querschnitten, in denen die Papille scharf vom Haarkolben begrenzt war, noch an ganz nackt zu Tage liegenden unverschrten Papillen.

Nach unseren Messungen ist die Glashaut übrigens beträchtlich dicker, als Kölliker sie gefunden hat, was wohl daher rühren mag,

---

1) Kölliker, Handbuch, 3. Auflage, S. 139.

2) Leydig, a. a. O., S. 726.

3) Wir kennen diese Angabe nur nach dem Citat bei Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Auflage, S. 139.

dass Kölliker sie am unverletzten Haarbalge zu messen suchte, während wir Querschnitte dazu benutzten (Fig. 5, 6, d). Unsere Messungen ergeben als äusserste Grenzen 0,003 und 0,01, als Mittel aus 9 Messungen 0,006 Mm. Nach Kölliker sollte sie nur 0,0022 bis 0,0034, selten bis 0,0045 Mm. messen, wornach also Kölliker's Maximum unser Mittel nicht erreichen würde. Es ist aber wohl nicht zu bezweifeln, dass sich eine sichere Messung einer so feinen Haut nur an Querschnitten ausführen lässt.

Es mag übrigens nicht unerwähnt bleiben, dass zwar so ziemlich jeder Flächenschnitt, der unterhalb der Muskelansätze an den Haarbälgen von der Kopfhaut gewonnen wurde, einzelne Follikel zeigt, an denen die Glashaut deutlich sichtbar ist, dass sie aber in vielen andern nicht erkannt werden kann.

Ueber die Haarbalgmuskeln haben wir den bekannten Angaben wenig beizufügen [1]). Wir haben indess die Messungen der isolirten Fasern dieser Muskeln vervielfältigt und als Grenzwerthe 0,11 und 0,26, als Mittel aus 11 Messungen 0,167 Mm. gefunden. Die Kerne massen von 0,012 bis 0,020, nach 12 Messungen durchschnittlich 0,016 Mm. (Fig. 8).

Wenn man einen Haarbalgmuskel aus dem umgebenden Bindegewebe ganz herauspräparirt und ihn dann durch 30- bis 35procentige Kalilauge möglichst vollständig zerlegt, dann findet man, dass das Bündel glatter Muskelfasern ziemlich viele elastische Fasern in seinem Innern birgt. Diese Fasern sind kaum halb so breit, wie die Muskelfasern, überall gleich breit, verästelt, netzförmig unter einander verbunden, und sie bleiben ungelöst, wenn man die Kalilauge mit Wasser verdünnt. Ohne Zweifel ist es der Anwesenheit dieser elastischen Fasern zuzuschreiben, dass die glatten Muskelfasern aus den

---

1) Vergl. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Auflage, S. 102, 103. Moleschott in dieser Zeitschrift, Bd. VI, S. 401. Seitdem durch unsere Untersuchungen ermittelt ward, dass die mittlere Haut des Haarbalgs keine Muskelfasern besitzt, möchte es passend sein, an dem Namen Haarbalgmuskeln festzuhalten, zumal da die Erzeugung der Gänschaut mehr eine secundäre Function dieser Muskeln darstellt und ihre gewöhnliche Thätigkeit, wie Moleschott es früher angab, darin besteht, die Entleerung des Talgs in die Haarbälge zu befördern.

Haarbalgmuskeln, ähnlich wie aus der Wand der menschlichen Lungenbläschen, besonders schwer zu isoliren sind. Jedenfalls ist es eine eigenthümliche Einrichtung, dass die Haarbalgmuskeln ihre Antagonisten in ihrem Innern beherbergen, eine Thatsache, die dazu beiträgt, zu erklären, warum die Gänsehaut sich verhältnissmässig selten entwickelt.

Der Ansatz des Haarbalgmuskels bezeichnet ungefähr die obere Grenze des untersten Drittels des Haarbalgs; meist liegt sein unteres Ende ein wenig höher als diese Stelle, dicht unter dem untersten Lappen der Talgdrüse.

2. Die Wurzelscheiden.

Auf die Glashaut folgt in der unteren Hälfte des Haarbalgs die sogenannte äussere Wurzelscheide (Fig. 1. d, 2. c, 4. d, 5. c). Sie ist eine unmittelbare Fortsetzung der Malpighi'schen Schleimschicht, so dass sie das Haar bis an die Durchtrittsstelle durch die eigentliche Hornschicht der Oberhaut begleitet. Dagegen reicht sie nicht bis auf den Grund des Haarbalgs. Sie verjüngt sich vielmehr, von der oberen Grenze des unteren Sechstels des Haarbalgs an, ziemlich rasch, um schliesslich ganz aufzuhören, so zwar, dass der Haarkolben in einer Ausdehnung von etwa $^1/_4$ Mm. der äusseren Wurzelscheide ganz entbehrt (Fig. 2). Gewöhnlich lässt man die äussere Wurzelscheide die Haarwurzel bis auf den Grund des Haarbalgs begleiten. Kölliker sagt [1]: „Im Grunde des Haarbalges hängt die äussere Scheide, in „dem ihre Zellen gleichmässig rund werden, continuirlich und ohne „Abgrenzung mit den rundlichen Zellen der Haarzwiebel, die die „Haarpapille überziehen, zusammen.“ Und später: „Die äussere „Wurzelscheide läuft nach unten ohne Ausnahme in eine ganz schmale „Lamelle aus.“ In seinen Abbildungen und namentlich in der Fig. 1 der zweiten Tafel seiner mikroskopischen Anatomie lässt Kölliker die äussere Wurzelscheide mässig breit, aus drei Zellenreihen, beziehungsweise einer dreifachen Zellenschicht bestehend, jedenfalls noch

1) Handbuch, 3. Auflage, S. 140.

unter das untere Ende der inneren Wurzelscheide hinabreichen. Reissner dagegen (auf seiner zweiten Tafel, Fig. 10) zeichnet das Verhältniss beider Scheiden (eines thierischen Haarbalgs ?) ungefähr so, wie wir es beim Menschen gefunden haben, das heisst, er lässt die innere Wurzelscheide bis an das unterste Ende des Haarkolbens reichen, vor ihrem Ende nur mässig verjüngt, während die äussere Scheide schon oberhalb des eigentlichen Haarkolbens aufhört.

Bei der Deutlichkeit und Bestimmtheit, mit welcher Kölliker's Abbildungen das gerade Gegentheil lehren, haben wir uns veranlasst gefunden, diesem Punkt eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Wir haben also an 16, mit ihrem unteren Drittel völlig isolirten, Haarbälgen die Länge desjenigen Theils der Haarwurzel gemessen, an welchem die äussere Wurzelscheide fehlt. Diese Länge schwankt zwischen 0,160 und 0,370 Mm., das Mittel der 16 Messungen beträgt 0,258 Mm. Da nun die Höhe der Papille durchschnittlich nur $^1/_5$ und höchstens 0,3 Mm. misst, so ergiebt sich aus unseren Messungen, dass die äussere Wurzelscheide der Regel nach nicht bis zum Gipfel der Papille niedersteigt, sondern oberhalb der Papille endigt.

Es entging uns nicht, dass man häufig eine dunkle Linie an dem äusseren Rande der inneren Wurzelscheide ziemlich weit herab an dem unteren Ende des Haarkolbens verfolgen kann, und wir haben deshalb mehre Präparate mit 10procentiger Kalilauge behandelt, um zu ermitteln, ob etwa die charakteristischen Zellen der äusseren Wurzelscheide, wenn auch vielleicht nur in einer einfachen Schicht, die innere Wurzelscheide bis an ihr unteres Ende begleiten. Bevor wir jedoch unseren bezüglichen Befund mittheilen, wollen wir die Grössenverhältnisse der Zellen für beide Wurzelscheiden etwas genauer erörtern; über ihre Formverhältnisse haben wir den Kölliker'schen Beschreibungen nichts beizufügen.

Die länglichen und mit ihrem längsten Durchmesser der Achse des Haares parallel gerichteten Zellen der inneren Wurzelscheide messen nach unseren Beobachtungen in ihrer Länge 0,027—0,047 Mm., im Mittel 0,037, isolirt an der breitesten Stelle 0,010 bis 0,017, im Mittel 0,012; im Zusammenhang, das heisst in der natürlichen Lage auf Querschnitten gemessen, beträgt ihr Durchmesser in der Rich-

tung eines Radius des Haarbalgs 0,005 bis 0,010 und als Mittel aus 20 Messungen 0,007, in der Richtung der Peripherie fanden wir genau dieselben Zahlen für Maximum, Minimum und Mittel.

Die Zellen der äusseren Wurzelscheide sind bekanntlich nicht länglich, sondern unregelmässig vieleckig-rundlich. Wir haben auf Querschnitten ihre Durchmesser in radialer und peripherischer Richtung genau verglichen. Der radiale Durchmesser ist verschieden, je nachdem man die innerste oder die äusserste Zellenreihe in's Auge fasst. Der radiale Durchmesser für die Zellen der innersten Reihe schwankt zwischen 0,002 und 0,007, und 20 Messungen ergaben als Mittel 0,004 Mm. Für die Zellen der äussersten Reihe dagegen fanden wir den radialen Durchmesser 0,007 bis 0,011 und durchschnittlich 0,009 Mm. Der Durchmesser in peripherischer Richtung schwankt dagegen, ohne Unterschied der mehr nach innen oder mehr nach aussen liegenden Zellenschichten, zwischen 0,005 und 0,01 Mm., und das Mittel beträgt 0,007 Mm.

In peripherischer Richtung haben also die Zellen der inneren und äusseren Wurzelscheide gleiche Durchmesser. In radialer Richtung sind die innersten Zellen der äusseren Wurzelscheide abgeplattet, die äussersten dagegen etwas verlängert, wie denn Letzteres von Kölliker bereits ganz richtig angedeutet wurde [1]). Die innersten Zellen der äusseren Wurzelscheide bleiben im radialen Durchmesser hinter den Zellen der inneren Wurzelscheide (durchschnittlich um 0,003 Mm.) zurück, während die äussersten Zellen der äusseren Wurzelscheide in gleicher Richtung die der inneren Scheide ein wenig (durchschnittlich um 0,002 Mm.) übertreffen.

Kurzum die Zellen der äusseren Wurzelscheide, welche der inneren aufliegen, sind in radialer Richtung abgeplattet, und wir haben

---

[1]) Kölliker, 3. Auflage, S. 140. „Im Bau entspricht dieselbe (die äussere Wurzelscheide) vollkommen der Malpighi'schen Schicht, selbst darin, dass die äussersten Zellen ..... senkrecht stehen", und genauer in der mikroskopischen Anatomie, S. 129: „Die äusserste Lage derselben .... scheint fast ohne Ausnahme länglich zu sein, mit länglichen Kernen, wie dies auch in der untersten Schicht des Stratum Malpighi der Oberhaut Regel ist, und mit ihrem grösseren Durchmesser senkrecht auf die Längsachse des Haares zu stehen."

uns überzeugt, dass die äussere Wurzelscheide mit einer einfachen Reihe solch abgeplatteter Zellen meist schon oberhalb der Papille endigt. Die Untersuchung an Querschnitten hat dieses Ergebniss, das an unversehrten Haarbälgen gewonnen wurde, vollkommen bestätigt. Hat man die Querschnitte so tief geführt, dass die Papille selbst getroffen ward (vergl. Fig. 6), dann findet man nur ausnahmsweise noch eine Andeutung der äusseren Wurzelscheide, und Regel ist es, dass auf den dunklen Ring, den der Haarkolben um den Durchschnitt der Papille bildet, nur die innere Wurzelscheide und dann gleich die Glashaut des Haarbalgs folgt.

Die äussere Wurzelscheide nimmt also ihren Ursprung unweit und oberhalb der Papillenspitze. Sie beginnt sehr dünn (0,004 Mm.) mit einer einfachen Zellenlage, nimmt nach oben allmälig an Dicke zu, so dass wir sie in dem unteren Drittel des Haarbalgs nach einander die Dicke von 0,017, 0,027, 0,037 durchlaufen und an der oberen Grenze des bezeichneten Drittels die Dicke von 0,07 Mm. erreichen sehen. In der Gegend des Muskelansatzes misst die äussere Wurzelscheide 0,04 bis 0,07, durchschnittlich 0,05 Mm., und in dem oberen Drittel des Haarbalgs verjüngt sie sich wieder, so dass sie jenseits des oberen Endes der inneren Wurzelscheide 0,015 bis 0,06, und durchschnittlich nur noch 0,03 Mm. misst.

Während nämlich die äussere Wurzelscheide nicht ganz bis zum Grunde des Haarbalgs hinabreicht, steigt die innere Wurzelscheide nicht ganz bis zur Mündung hinauf, und zwar fehlt die innere Wurzelscheide in viel weiterer Ausdehnung als die äussere, diese nämlich nur etwa dem untersten Dreizehntel, jene dem oberen Drittel des Haarbalgs. Wir müssen in diesem Punkte durchaus Kölliker gegen Reissner [1]) beistimmen. Es lässt sich nicht etwa eine ganz eng bestimmte Grenze für die innere Wurzelscheide nach oben angeben, wir sahen sie aber nie tiefer aufhören als die unterste Ausstülpung der Talgdrüsen hinabreicht, und nie höher als bis zur Ein-

[1]) Kölliker, mikroskopische Anatomie, S. 129, Reissner, a. a. O., S. 113, 114.

mündung des Ausführungsgangs der Talgdrüsen hinaufsteigen. Da nun die Zellen der äusseren Wurzelscheide sich als Epithel in den Ausführungsgang der Talgdrüsen erstrecken, muss natürlich das von den letzteren abgesonderte Fett zwischen die in dem oberen Drittel des Haarbalgs allein vorhandene äussere Wurzelscheide und das Haar eindringen. Man findet daher an flachen Schnitten der Lederhaut, die unweit der Oberhaut gewonnen worden, nicht selten Bilder, wie unsere Figur 4 eins darstellt, in denen auf das Haar nach aussen eine Fettschicht folgt, die in zwei zusammenfliessenden Halbmonden das Haar umgiebt, um diese Fettschicht liegt die äussere Wurzelscheide und dann der Haarbalg.

Nach unten verändern die Zellen der inneren Wurzelscheide allmälig ihren Charakter, sie werden weniger länglich, bekommen kurze wurstförmige Kerne, runden sich allmälig ab und sind schliesslich einzeln nicht mehr von den Zellen des Haarkolbens zu unterscheiden. Wohl aber kennzeichnet sich die innere Wurzelscheide an allen Querschnitten, die inmitten des dunkelbraunen Haarkolbens die graue Scheibe der Papille enthalten, als ein heller Saum, der, 0,01 bis 0,0 Mm. dick, den Haarkolben umkreist (Fig. 6).

Weiter nach oben besteht die innere Wurzelscheide fast überall aus einer dreifachen Schicht der ihr eigenthümlichen, länglichen Zellen. Daraus erklärt sich, dass die Dicke der inneren Wurzelscheide so viel beständiger ist als die der äusseren; wir fanden sie auf Querschnitten gleich 0,010 bis 0,037, als Mittel 0,022 Mm. Da die Dicke der Zellen der inneren Wurzelscheide durchschnittlich 0,007 Mm. beträgt (S. oben S. 342), so stimmt die mittlere Dicke der ganzen Scheide sehr gut zu einer dreifachen Zellenschicht.

Das obere Ende der inneren Wurzelscheide bezeichnet Köllike[1] als „scharf abgeschnitten." Er sagt aber an einer späteren Stelle, dass sie mit einem gezackten Rande endet, welcher durch die einzelnen mehr oder weniger vorragenden Zellen gebildet wird. Wir können diese letztere Auffassung nur bestätigen, indem wir uns durch die Ansicht unverschrter Haarbälge überzeugten, dass die innere

1) Handbuch, 3. Auflage. S. 141.

Wurzelscheide mit breiten unregelmässigen Zacken aufhört, welche den freien Enden der Zellen entsprechen. Am seitlichen Rande, neben dem Haar, hört die innere Wurzelscheide mit einer schräg abgeschnittenen, nach oben gerichteten Spitze auf, was wohl darauf hindeutet, dass nicht alle drei Zellenschichten der inneren Wurzelscheide genau gleich hoch hinaufreichen (Fig. 1, c').

Von Löchern oder Spalten zeigt die innere Wurzelscheide an unversehrten Präparaten, die aus der starken Essigsäuremischung kommen, gewöhlich keine Spur.

Sehr häufig hat es den Anschein, als wenn zwischen der inneren und der äusseren Wurzelscheide noch eine mittlere angenommen werden müsste, indem man die innere Scheide auf Querschnitten von einem Reif umgeben findet, welcher heller ist als seine Umgebung und ungefähr so dick wie die Glashaut. Dieser helle Reif ist aber nur ein Theil der äusseren Wurzelscheide, der durch ihre inneren Reihen abgeplatteter Zellen gebildet wird. Offenbar handelt es sich hier um eine Andeutung des Unterschieds zwischen einer Schleimschicht und einer Hornschicht, der in der Oberhaut so deutlich ausgeprägt ist.

3. Das Haar.

Um die bekannten Elemente des Haarschafts jeden Augenblick mit Leichtigkeit isoliren zu können, giebt es schwerlich ein bequemeres Mittel als mehrmonatliches Einweichen in kaustischem Ammoniak. In dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule werden ursprünglich rothbraune Barthaare seit anderthalb Jahr in Liquor Ammonii caustici aufbewahrt. Die Haare sind ganz weiss und undurchsichtig geworden, zerfallen aber mit Leichtigkeit in ihre Elemente.

Von den Oberhautplättchen ist gar nichts Neues zu berichten. Sie erscheinen, je nachdem das Ammoniak nur wenige Wochen oder wenige Monate auf die Haare eingewirkt hat, in wellenförmigen, schraffirten Säumen neben der Rinde oder aber in zierlicher Weise abgehoben und nach unten umgerollt, ganz so, wie es der Eine von uns früher als eine Folge der Behandlung mit 2- bis 5procentiger

Kalilauge beschrieben hat [1]). Selbst nach anderthalbjähriger Maceration in Ammoniak blieben die Oberhautschuppen durchaus platt, ohne alle Andeutung einer Aufquellung zu Zellen, so dass man beinahe daran verzweifeln möchte, dass eine solche durch die Einwirkung von Alkalien zu erzielen sei. Kopfhaare, die über ein Jahr in $^1/_2$procentiger Kalilauge aufbewahrt wurden, zeigen die Oberhautschuppen prachtvoll, in Dornen und Schuppen von der fest zusammenhängenden Rinde abgelöst, aber die Schuppen sind Plättchen geblieben und nicht in Zellen zurückverwandelt (Fig. 9, Fig. 12).

Die Rindenplättchen des Haares sind ausserordentlich leicht an den Haaren zu studiren, die anderthalb Jahr in Ammoniak gelegen haben. Wenn man die Haare ein wenig zerzupft, oder sie auch nur einem geringen Druck des Deckgläschens aussetzt, so findet man leicht zahlreiche Rindenplättchen, die auf ihrer breiten Fläche aufliegen. Diese erscheinen unregelmässig rautenförmig. Der eine spitze Winkel ist in eine ziemlich lange Spitze ausgezogen, und diejenige der beiden kleineren Seiten, welche diesem spitzen Winkel nicht anliegt, also dem gegenüberliegenden spitzen Winkel angehört, ist nicht gerade, sondern aus zwei bis vier ungleich langen, spitzen Zacken zusammengesetzt (Fig. 10, b). Sehr häufig findet man in diesen Rindenplättchen einen deutlichen Kern, der einen kleinen, mässig dicken Cylinder darstellt oder ellipsoidisch ist.

In der Länge messen die Rindenplättchen 0,05 bis 0,09, durchschnittlich 0,07 Mm., in ihrer Breite 0,01 bis 0,028, durchschnittlich 0,018 Mm., in ihrer Dicke 0,004 bis 0,01, im Mittel 0,007 Mm. Sie sind also etwa viermal so lang als breit und reichlich $2^1/_2$ mal so breit als dick.

Sie sind mit ihren breiten Flächen viel fester zusammengekittet als mit den schmalen, und da die schmalen Flächen im Umfang der Rinde liegen oder ihr parallel sind, die breiten Flächen dagegen den Radien entsprechen, so kann man die Rinde leichter in der Richtung der Peripherie als in radialer Richtung zerlegen. Darum bekommt

---

[1]) Moleschott, in dieser Zeitschrift, Bd. IV, S. 115, 116.

man nach kürzerer Einwirkung des Ammoniaks so leicht zusammenhängende Gruppen von Rindenplättchen, die sich alle von der schmalen Seite darbieten, und weil mehr solche auf einer schmalen Fläche ruhende Rindenplättchen der Reihe nach auf einander folgen, so haben jene Gruppen ein faseriges Ansehen, das man desto leichter eine Zeit lang für den letzten Ausdruck der elementaren Structur der Rinde halten konnte, da an den Enden der Gruppen gewöhnlich einzelne Plättchen wie Faserspitzen vorragen.

Aus den Barthaaren, die anderthalb Jahr in ätzendem Ammoniak gelegen hatten, konnten wir die Markzellen in beliebiger Anzahl isoliren. Die Grundgestalt derselben ist ein unregelmässiges Polyëder mit abgerundeten Ecken, das aber die verschiedensten Abwandlungen erleidet. Sie erscheinen daher unter dem Mikroskop bald rundlich, bald unregelmässig elliptisch, vieleckig, keilförmig, birnförmig, flaschenförmig, an einer Ecke in eine kurze Spitze ausgezogen, oder auch mit mehren kurzen zackigen Spitzen besetzt (Fig. 11) [1]. In der Regel enthalten die Zellen trotz der lange fortgesetzten Einwirkung des Ammoniaks deutliche Kerne, die bisweilen ziemlich regelmässig kugelförmig sind, häufig aber unregelmässige Gestalten zeigen, die sich noch am ersten auf die Eiform zurückführen liessen. Günstig gelegene Kerne lassen in ihrem Inneren ein Kernkörperchen wahrnehmen. Ausser dem Kern enthalten die Zellen gewöhnlich einige, drei, vier, sechs und mehr glänzende Körperchen, die den Kernen an Grösse nachstehen, und eine feinkörnige Masse.

Die Durchmesser der Markzellen schwanken von 0,02 bis 0,07 Mm.; das Mittel aus unseren Messungen ist 0,04 Mm. In den länglichen Markzellen verhält sich der grössere Durchmesser zum kleineren durchschnittlich wie 0,050 : 0,036 Mm., also etwa wie 10 : 7.

Während die Rindenplättchen mit ihrem längsten Durchmesser zur Achse des Haarschafts immer parallel und die Oberhautplättchen senkrecht zu derselben gerichtet sind, ist die Lagerung der Mark-

---

[1] Vergl. Moleschott, Physiologisches Skizzenbuch: Der Hornpanzer des Menschen, Fig. 8, S. 190.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren beziehen sich auf Haare des Menschen, die des Haarbalgs Kopfhaar, die des Haarschafts auf Barthaar.

Fig. 9 und 10a sind von Herrn Otto Oesterlen, Fig. 8, 10b und Fig von Herrn Moleschott nach der Natur gezeichnet, alle übrigen von H Chapuis von Bonfol bei Porrentruy.

Fig. 1. Kopfhaar mit seinem Balg in natürlicher Lage.

a. Haarschaft.
b. Haarwurzel.
c. Innere Wurzelscheide, ihr Ende bei c^1.
d. Aeussere Wurzelscheide.
e. Uebergang der äusseren Wurzelscheide in das Malpighi Schleimnetz.
f. Haarbalg.
g. Haarbalgmuskel.
h. Talgdrüse.
i. Oberhaut.
kk. Lederhaut.
l. Fettzellgewebe.

Fig. 2. Isolirter Haarbalg.

a. Haar.
b. Innere Wurzelscheide.
c. Aeussere Wurzelscheide.
d. Glashaut des Haarbalgs.
e. Mittlere Haut des Haarbalgs.
f. Aeussere Haut des Haarbalgs.
g. Haarkolben.
h. Durchschimmernde Papille.

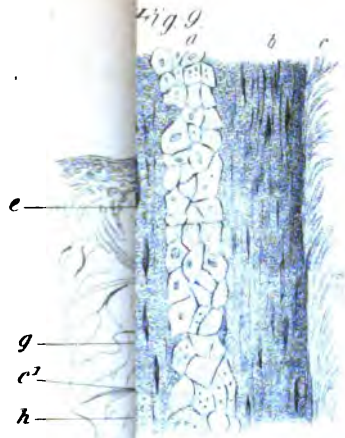


Fig. 10.

Fig. 6

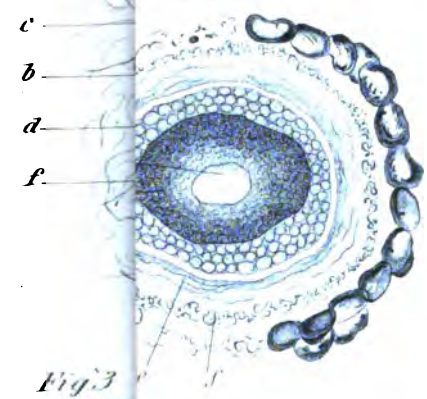


Fig. 11

Fig. 12.

Fig. 3

Fig. 8.

Fig. 7

Fig. 3. Isolirter Haarbalg, in welchem sich der Haarkolben vollständig von der Papille entfernt hat.

a. Haarkolben.
b. Innere Wurzelscheide.
c. Mittlere Haut des Haarbalgs.
d. Aeussere Haut des Haarbalgs.
e. Freiliegende Papille.

Fig. 4. Querschnitt durch Haar und Haarbalg in der Nähe der Oberhaut.

a. Haar.
b. Mark.
c. Fettschicht zwischen Haar und äusserer Wurzelscheide.
d. Aeussere Wurzelscheide.
e. Mittlere Schicht des Haarbalgs.

Fig. 5. Querschnitt durch Haar und Haarbalg aus der Nähe der Insertion des Haarbalgmuskels.

a. Haar.
b. Innere Wurzelscheide.
c. Aeussere Wurzelscheide.
d. Glashaut.
e. Mittlere Schicht des Haarbalgs.
f. Aeussere Schicht des Haarbalgs.

Fig. 6. Querschnitt durch den Haarkolben, die Papille und den Haarbalg.

a. Papille.
b. Haarkolben.
c. Innere Wurzelscheide.
d. Glashaut.
e. Mittlere Schicht des Haarbalgs.
f. Aeussere Schicht des Haarbalgs.

Fig. 7. Elastische Fasern der mittleren Schicht des Haarbalgs.

Fig. 8. Glatte Muskelfasern eines Haarbalgmuskels.

Fig. 9. Haarschaft.

a. Mark.
b. Rinde.
c. Oberhäutchen.

Fig. 10. Rindenplättchen des Haarschafts,

a. auf einer ihrer schmalen Flächen,

b. auf einer ihrer breiten Flächen aufliegend.

Figur 11. Markzellen.

Figur 12. Oberhautschuppen des Haarschafts.

Fig. 1—8 sind nach Präparaten angefertigt, die über 2 Jahre in Moleschotti starker Essigsäuremischung gelegen hatten. Die Barthaare, nach welchen Fig. 9—12 gezeichnet wurden, waren mehre Monate in Liquor ammonii caustici eingeweicht.

Zürich, 22. August 1860.

XV.

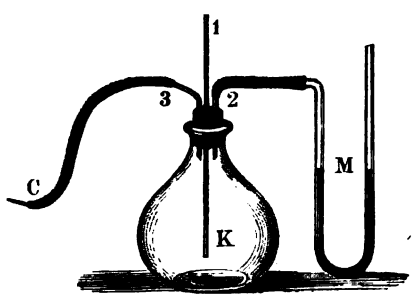
Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth.

Von

Professor **J. Czermak** [1]).

1. *Um einem sehr zahlreichen Auditorium den Rhythmus und die Frequenz der Athemzüge, und den Einfluss der N. vagi auf dieselben bequem zu demonstriren,* bediene ich mich eines mit gefärbtem Gummiwasser gefüllten Manometers, dessen kürzerer Schenkel mit einem als Luftreservoir dienenden Glaskolben in Verbindung steht, durch den die In- und Exspirationsluft des dem Versuche unterworfenen Thieres streicht. Zunächst wird dem Thiere die Trachea eröffnet und eine Canüle eingebunden, sodann wird an die Canüle ein dickwandiges Kautschuckrohr gesteckt, welches die Verbindung mit dem Glaskolben herstellt.

Mit jeder In- und Exspiration steigt und sinkt nun — Allen sichtbar — die gefärbte Flüssigkeit in den Schenkeln des Manometers.



Der beigedruckte Holzschnitt versinnlicht den kleinen Apparat. *K* ein mittelgrosser Glaskolben, mit einem Kork verschlossen, durch welchen drei Glasröhren gesteckt sind. Die mittlere derselben, welche

1) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.

nahe bis an den Boden des Kolbens reicht, communicirt mit der Atmosphäre, an die beiden kleineren, links und rechts, sind dickwandige Kautschuckröhren gesteckt, von denen die eine mit dem Manometer *(M)*, die andere mit der in die Trachea einzubindenden Canüle *(C)* in Verbindung steht.

Wenn in Folge der Vagusdurchschneidung die Regelmässigkeit, die Frequenz und die Celerität der Athemzüge abnehmen, so kann es trotz der grösseren Tiefe derselben dazu kommen, dass die Schwankungen des Manometers zu gering ausfallen, um aus grösserer Entfernung deutlich gesehen zu werden, weil die Luft des Glaskolbens zu langsam aus- und eingepumpt wird, um eine hinreichende Druckdifferenz zu setzen.

Dann braucht man aber nur die Oeffnung der mittleren Röhre, durch welche die Atmosphäre ein- und austritt, zu verengern oder zu verschliessen, um sofort wieder ausgiebige Schwankungen am Manometer entstehen zu sehen. Würde das Luftreservoir hinreichend gross genommen, so könnte die Communication mit der Atmosphäre durch die mittlere Röhre ganz wegbleiben, und das mit einem Schwimmer versehene Manometer sehr genaue Aufzeichnungen der Athembewegungen auf einem Kymographium entwerfen.

Statt des abgebildeten Apparates habe ich übrigens zu demselben demonstrativen Zwecke an die in der Trachea eingebundene Canüle ein Pfeifchen befestigt, welches bei jeder Exspiration des Thieres einen Ton von sich gab, und auf diese Weise die Frequenz der Athemzüge dem ganzen Auditorium zu Gehör gebracht. Es versteht sich von selbst, dass das Pfeifchen leicht ansprechen muss und weder ein zu enges noch ein zu weites Lumen haben darf.

Beiläufig sei hier erwähnt, dass ich in einem am 17. l. M. auf die beschriebene Weise angestellten Versuche ausnahmsweise sehr abweichende Resultate über den Einfluss der Vagi auf die Frequenz der Athemzüge erhalten habe. Das grosse trächtige Kaninchen machte einige Zeit, nachdem es auf dem Vivisectionsbrette befestigt worden war, 64 Athemzüge in der Minute. Nach Vollendung der Tracheotomie und Einbindung der Canüle wurde statt der gewöhnlichen Vermehrung, eine Verminderung der Athemzüge (56, später nur 32

in der Minute) beobachtet. Nach Durchschneidung beider Vagi am Halse, wurde der Rhythmus der Athmungsbewegungen zwar wie gewöhnlich etwas unregelmässig, dagegen fand nicht nur keine Verminderung der Frequenz, sondern, anfänglich wenigstens, eine Vermehrung (44 in der Minute) Statt.

2. *Zur Versinnlichung der Druckverhältnisse im Thorax* hat Donders bekanntlich einen eigenen Apparat angegeben (vergl. Lehrb. pag. 403). Ich habe diesen Apparat etwas vereinfacht und glaube durch die Mittheilung dieser Modification vielleicht manchem Lehrer der Physiologie einen trotz seiner Einfachheit nicht unwillkommenen Beitrag zur leichten Herstellung eines anschaulichen Collegium-Experimentes zu liefern.

Ich benütze zu diesem Zwecke denselben Kolben mit den drei luftdicht durch den Kork hindurchgesteckten Glasröhren, welcher, wie oben erwähnt, als Luftreservoir bei den Athmungsversuchen dient. Das untere Ende der mittleren Röhre (1) wird in die Trachea einer sammt dem Herzen und den grossen Gefässen ausgeschnittenen Kaninchenlunge eingebunden. Diese wird dann sammt dem Herzen durch den Hals des Kolbens in dessen bauchige Erweiterung, wo sie Raum hat, sich auszudehnen, hinabgeschoben und die Oeffnung des Kolbens mit dem Korke luftdicht verschlossen.

Das Glasgefäss, in welchem nun die Lungen hängen, enthält Luft, nicht aber die Pleurahöhle. „Dies bedingt jedoch", wie Donders in der Beschreibung seines Apparates a. a. O. mit Recht hervorhebt, „keinen wesentlichen Unterschied; denn der Druck in einer geschlossenen Höhle muss nach der Spannung gemessen werden, welcher die Luft in einer solchen Höhle ausgesetzt ist."

Mit diesem einfachen Apparate, zu welchem noch zwei mit gefärbtem Wasser gefüllte Manometer gehören, lassen sich folgende Sätze demonstriren:

a) dass die Lungen ihrer Ausdehnung und Lufterfüllung einen bedeutenden Widerstand entgegensetzen;
b) dass die ausgedehnten Lungen einen beträchtlichen Druck auf die in denselben eingeschlossene Luft ausüben;
c) dass die Innenfläche der Brust und die extrapulmonalen Organe

bei Kaninchen, Hunden und Ascariden zu beschäftigen begonnen und dürfte seiner Zeit selbst hierüber berichten.

Vorläufig mag nur erwähnt werden, dass wir die Angaben von Br. und St. bereits in einigen wesentlichen Punkten vollkommen bestätigen konnten; namentlich: 1. die wechselnde Dicke der Säume (obschon ohne eine *ausnahmslose* Beziehung zu gewissen physiologischen Zuständen des Darmes), und 2. ihre deutliche Zusammensetzung aus stäbchenförmigen, *isolirbaren* Körperchen, welche durch ihre regelmässige Aneinanderreihung Porenkanäle vortäuschen. Bei Ascaris vom Schwein wurden diese Verhältnisse ausserordentlich leicht und schon bei geringerer Vergrösserung sehr deutlich gesehen. Von der Leichtigkeit aus dem Ascaridendarm gute Präparate zu bekommen, hatten mich Br. und St. schon im vorigen Winter überzeugt.

5. Mein Assistent, Herr Basslinger, bemerkte vor einigen Wochen *an der Cardia eines ausgeschnittenen Kaninchenmagens sehr eigenthümliche rhythmische Zusammenziehungen,* welche mich in gewisser Beziehung an die von Leuckart, Lereboullet u. A. bei Insekten, Krebsen und Räderthierchen beobachteten rhythmischen Bewegungen am Verdauungsapparat erinnerten.

Diese Bewegungen oder Pulsationen der Cardia fehlen häufig ganz, zuweilen treten sie jedoch sehr energisch auf und dauern, mehr oder weniger regelmässig rhythmisch, längere Zeit an. Mechanische Reizung der Cardia löst dieselben zuweilen noch sehr leicht aus, wenn dieselben nicht mehr von selbst eintreten, auch das Zusammendrücken des Magens, wodurch der Speisebrei gegen die Cardia gedrängt wird, thut dies.

Am unausgeschnittenen Magen treten ähnliche Einziehungen der Cardia, wie sie am ausgeschnittenen Magen zuweilen automatisch und rhythmisch zu Stande kommen, mit jeder Schlingbewegung auf.

Am schönsten und längsten wurden bisher diese eigenthümlichen und mannigfachen Bewegungen der Cardia an ausgeschnittenen gefüllten Mägen von Kaninchen beobachtet, die in voller Verdauung und Resorption begriffen waren.

Weitere Beobachtungen sollen die Bedingungen für das Zustandekommen der spontanen Pulsationen der Cardia des Kaninchenmagens feststellen.

XVI.

Rhythmische Zusammenziehungen an der Cardia des Kaninchenmagens (Cardiapuls).

Von J. **Basslinger,**
Assistent der physiologischen Lehrkanzel in Pesth [1]).

Ich habe, wie Herr Professor Czermak bereits mitzutheilen die Güte hatte [2]), *rhythmische (pulsähnliche) Bewegungen* an der Cardia des Kaninchenmagens beobachtet. Da diese Erscheinung bei den zahlreichen Vivisectionen in unserm physiologischen Institute seither der Gegenstand beständiger Aufmerksamkeit gewesen ist, so will ich am Jahresschlusse das reichlich vorliegende Material vorläufig zusammenfassen.

Wenn man am aufgeblasenen oder durch seinen Speiseinhalt gespannten Kaninchenmagen die dem Zwerchfall zugekehrte Fläche (die kleine Curvatur) näher in's Auge fasst, so sieht man beiläufig in der Mitte des Magens, also nach rechts von dem mächtig nach aufwärts ragenden Fundus einen kuppelförmig nach oben gewölbten Theil, in dessen Mitte sich der Oesophagus mit einer kleinen Erwei-

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth. Im vorliegenden Bande dieser Zeitschrift S. 358.

terung einsenkt. Wir wollen diese Wölbung von elliptischem Querschnitt, deren lange Achse mit dem Querdurchmesser des Magens zusammenfällt, die *„Cardiakuppe“*, jene geringe Erweiterung des Oesophagus die „Oesophaguswurzel“ *(bulbus oesophagi)* nennen. An sie folgt, durch eine geringere Ausbuchtung und ein darauf folgendes flaches Stück der Magenwand getrennt, die durch ihre Dickwandigkeit ausgezeichnete *„Pyloruskuppe.“*

Oeffnen wir nun an einem in voller Verdauung begriffenen Kaninchen rasch die Bauchhöhle, *schneiden den Magen heraus,* so dass ein 2 bis 3 Linien langes Stück des Oesophagus daran erhalten bleibt und lassen ihn ruhig auf einer Unterlage liegen. Der Magen bleibt um seinen Inhalt meist fest und gleichmässig contrahirt, nur der Oesophagusstumpf macht gewöhnlich gewisse drehende oder seitliche Bewegungen, die wir gleich näher beschreiben wollen. Nach kurzer Zeit ($^1/_2$ bis 2 Minuten) bemerkt man aber die Erscheinung, dass die *Cardiakuppe,* der rings um den Oesophagus sich aufwölbende kuppelförmige Theil, *mit einer gewissen Vehemenz sich abplattet und tief gegen die Höhle des Magens einzieht,* als ob die Oesophaguswurzel sich gleichsam in den Magen hinein schöbe. Diese Bewegung, wobei die Cardiakuppe wie ein Pumpenstempel auf den Mageninhalt drückt, erfolgt bald senkrecht nach abwärts, bald mehr mit Neigung nach der einen oder andern (rechten oder linken) Seite, ganz gewöhnlich ist damit auch eine Drehung des Oesophagusstumpfes um seine Längsachse verbunden. Hierauf wird *der eingezogene Cardiatheil wieder in seine Gleichgewichtslage zurückgeschnellt* und zwar gleichfalls mit einer gewissen Vehemenz (activ? passiv??), so dass allenfalls eine hingehaltene Borste dadurch gebogen wird. Wir wollen diese Erscheinung, die im Beginn meist schwächer, später an Intensität zunehmend, *nun in unregelmässigem Rhythmus durch längere Zeit wiederkehrt,* als *„Cardialpuls“* bezeichnen. Der Oesophagus ist dabei durch eine ganz besondere (und wie es scheint, unabhängige?) Beweglichkeit ausgezeichnet, indem er gewöhnlich unausgesetzt ziemlich rasche seitliche (pendelnde) Bewegungen ausführt, so dass er mit seinem abgeschnittenen Ende gleichsam herumtastet (besonders in den Zwischenpausen sehr deutlich), oder er kann auch gestreckt werden, oder es treten im Bulbus sehr

rasche selbständige vom Cardiapuls ganz unabhängige Pulsationen auf, in seltenen Fällen sieht man ihn ganz schlaff herabhängen, während der Cardiatheil seine tiefen Einziehungen ausführt. Der übrige Magen bleibt entweder gleichmässig um seinen Inhalt contrahirt oder es wälzt sich, als Fortsetzung der Cardiaeinziehung, eine peristaltische Woge gegen den Pylorus hin, die aber dann immer an der kleinen Curvatur am deutlichsten ausgedrückt ist. Dabei scheint die *Cardiamündung fest verschlossen* zu sein, denn es fliesst durch sie nichts aus. (Nur später, wenn die Reizbarkeit bereits erschöpft wird, und besonders bei flüssigerem Mageninhalte, sieht man zuweilen etwas austreten; dagegen ist es nicht ganz selten, dass man durch den Pylorus etwas Mageninhalt austreten sieht.) Zuweilen geht sehr regelmässig der Einziehung der Cardiakuppe eine *Zusammenziehung der Kreisfasern des Oesophagus*, zuweilen jedem Cardiapuls ein *schwacher Ruck am Pylorus* voraus.

Dasselbe Phänomen, das wir am ausgeschnittenen Magen jetzt kennen gelernt haben, bemerkt man häufig (obwohl seltener), wenn man den Magen einfach blosslegt. Also wenn man die Bauchhöhle eröffnet und den kleinen unmittelbar die Cardia deckenden Leberlappen nach Ablösung seiner Peritonealfalte mit einem Scalpellhefte sorgfältig zurückbiegt, natürlich ohne den Magen weiter zu berühren, so kann man die Cardia frei übersehen und sieht häufig Bewegungen, welche den vorher beschriebenen in ihrer Erscheinungsform ganz ähnlich sind [1]). Dass dabei der Magen gleichzeitig die respiratorischen Bewegungen des Zwerchfells mitmacht, wird Niemanden in Irrthum führen. Es ist übrigens zu bemerken, dass am *ausgeschnittenen* Magen die Cardiabewegungen weit sicherer und weit intensiver entstehen als am einfach blossgelegten, und dass sie meistens dann, wenn sie am blossgelegten nicht auftreten, durch's Ausschneiden hervorgerufen werden.

Die cardiale Einziehung, die unter der früher genannten Bedingung *spontan* auftrat, ist ein integrirender Theil jedes *Schlingacts*,

---

1) Es versteht sich von selbst, dass ich auf diese Form weiter kein Gewicht lege, da sie, wie wir gleich sehen werden, eben so gut eine Reihe spontaner Bewegungen als leerer Schlingacte sein kann.

d. h. die Form, in der der in den Magen hineinverlaufende Schlingact sich abschliesst, ist eine einzelne solche Niederdrückung des Cardiatheils. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man das Thier, während man die Cardia beobachtet, zu Schlingbewegungen nöthigt (z. B. indem man durch einen Gehülfen mittelst der Spritzflasche etwas Wasser in die Mundhöhle blasen lässt). Es ist, wie wenn beim Schlingact der Oesophagus gleichsam in den Magen hineingeschlungen würde. Vor wenig Tagen (16. Juli) machte ich die überraschende Beobachtung, dass, wenn einzelne solche Schlingbewegungen hervorgerufen wurden, der *Bulbus oesophagi* (während die Cardia selbst ganz ruhig blieb) sehr kleine und ausserordentlich rasche pulsatorische Regungen zeigte (ähnlich den raschen Bewegungen des Kaninchenherzens).

Die *spontane* Bewegung des *ausgeschnittenen* Magens ist, wenn sie zuweilen nicht oder nicht mehr auftritt, durch *Reize* hervorzurufen. Und zwar sowohl durch mechanische Reize (Berührung mit der Pinzette, seitliches Zusammendrücken des Magens), als ganz besonders durch den unterbrochenen Inductionsstrom des Du Bois'schen Magnet-Elektromotors. Hat man eine Weile gereizt, so erfolgen dann häufig wieder spontane Bewegungen. Nach dem bekannten Versuche, dass das ausgeschnittene und still gestandene Herz in Wasser von 37° wieder zu schlagen beginnt [1]), wurde auch der Magen, der freilich sehr bald erkaltet, in laues Wasser gelegt. Jedoch nur in Einem Falle (23. März), da ein solcher Magen sehr zahlreiche und intensive Pulsationen gezeigt hatte, traten, als er 15 Minuten nach dem Ausschneiden in laues Wasser kam, drei starke spontane Contractionen auf, und zwar (wie die später anzuführenden Zahlen erweisen) mit etwas rascherem Rhythmus als vorher. In den beiden anderen Fällen wurde durchaus keine spontane Contraction angeregt, obgleich die

---

[1]) Beiläufig will ich hier erwähnen, dass dieser von Budge (Wagner's Handwörterbuch, III. Band) beschriebene Versuch schon Albrecht von Haller bekannt war, der ihm in seinen „Anfangsgründen der Physiologie des menschlichen Körpers" (aus dem Lateinischen übersetzt von Joh. Samuel Haller, 1759, I. Bd, S. 892) einen eigenen Abschnitt widmet.

Reizbarkeit erhalten blieb, so dass wir in den 5 Minuten, da er im Wasser lag, 7 Cardia-Einziehungen auf Reiz auszulösen im Stande waren.

Es wurden diese Bewegungen bisher nur an Thieren *mit speisegefülltem Magen* (im Zustande der Verdauung) beobachtet; war das Thier *hungernd* oder der Mageninhalt abnorm flüssig und reichlich mit Gas gemischt, so trat in der Regel kein Cardiapuls ein, sondern allenfalls gewisse pendelnde oder drehende Bewegungen des Oesophagus, oder doch nur ganz wenige und schwache Pulsationen, doch waren sie auf mechanischen Reiz immer einzeln hervorzurufen. So wurde (am 21. März) am ausgeschnittenen Magen eines weiblichen seit mehr als 24 Stunden hungernden Kaninchens fast gar kein Cardiapuls beobachtet, sondern nur jene Pendelbewegungen des Oesophagus. — Wurde indessen das Thier gefüttert, so sind die Cardiapulse des *ausgeschnittenen* Kaninchenmagens ein sehr constant auftretendes Phänomen, und ich habe sie in der letzteren Zeit in keinem Falle mehr vermisst. Es giebt zwar allerdings auch *negative* Fälle, wo der Magen gleichsam in einen torpiden Zustand versunken erscheint und ohne Spur der spontanen Bewegung abstirbt. Aber unter unseren aufgezeichneten Fällen sind das fast immer solche, wo zugleich andere evidente Unregelmässigkeiten nachzuweisen waren. So trat (17. März) an einem trächtigen Kaninchen, dem vorher beide Vagi am Halse durchschnitten wurden, durchaus kein Cardiapuls auf. Es ist dies aber dasselbe Thier, das Herr Professor Czermak wegen der Unregelmässigkeit seiner Respirationserscheinungen in jenen „Mittheilungen" erwähnt (die Respiration *stieg* nach beiderseitiger Vagusdurchschneidung auf 44). Ein zweiter direct negativer Fall begegnete uns am 22. März. Es war ein grosses trächtiges Weibchen; Darm leer, Chylusgefässe nicht injicirt, der Magen schlaff, äusserlich an einer circumscripten Stelle mit Exsudat bedeckt, flüssiger mit Speisen gemengter Inhalt und sehr viel Gas, nach dessen Entleerung er beträchtlich collabirte, u. s. w.

Ueber *Beginn, Zahl, Rhythmus und Andauer* der Bewegungen will ich, nach den vorliegenden Zeitmessungen, im Allgemeinen nur angeben, dass sie in der Regel $^1/_2$—2 Minuten nach dem Ausschneiden

beginnen, nach 15—30 Minuten erlöschen, und dass ihre Zahl in der ersten Zeit gewöhnlich grösser ist, später werden sie intensiver und nehmen dafür an Zahl ab. Das Nähere mögen die folgenden Beispiele zeigen, die ich aus der grossen Zahl der aufgezeichneten Beobachtungen als die exquisiteren aushebe:

a) Kleines weibliches Kaninchen (23. März).

Magen ausgeschnitten	10h	55m 8s	
		57 28	
		34	
		38	
		58	
		58 14	
		28	
		41	
		54	*schwächere* Cardiapulse, dazwischen immer pendelnde Bewegungen des Oesophagusstumpfes.
		59 12	
		26	
		45	
		59	
	11	0 16	
		31	
		53	
		1 4	
		6	
		29	
		41	*starke* Cardia-Contractionen, denen immer eine Zusammenziehung der Kreisfasern des Oesophagus voranging, und zwar diesmal mit besonderer Regelmässigkeit.
		55	
		2 8	
		23	
		42	
		3 31	
		53	
		5 54	
		6 28	*sehr intensive* Cardia-Contractionen.
		8 18	
		9 16	
		10 2	in HO von 32° R. eingelegt.
		10 31	noch drei starke Cardia-Contractionen, und zwar mit etwas rascherem Rhythmus als vorher.
		52	
		11 31	

Es waren also im Ganzen 32 Pulsationen erfolgt, 16 schwächere und hierauf 16 stärkere, das Phänomen hatte nach Ausschneidung des Magens über 16 Minuten angedauert, durch laues Wasser sich beschleunigt.

b) Kleines männliches vorher gefüttertes Kaninchen (30. März).

Bauchhöhle geöffnet	12h	11m	10s	
		12	40	Cardia - Einziehungen *vor* Ausschneidung des Magens.
		13	53	
		14	18	
Magen ausgeschnitten	—	16	12	
	von	16	40	14 Cardia-Bewegungen.
	bis	17	40	
	von 17m 40s bis	18	40	7 Cardia-Einziehungen.
Dann einzelne Cardia-Einziehungen um:		18	45	
		19	30	
		21	38	
		22	38	
		24	0	
Ende des Versuches		30	50.	

c, d, e) An einem weiblichen Kaninchen mit prachtvoller Chylus-Injection und gut gefülltem Magen (6. Mai) trat schon 10 Secunden nach dem Ausschneiden der erste Cardiapuls auf, und es waren deren je in der Minute: 7, 3, 1, 2, 2, 2, 2, 2. Hier ging jedem Cardiapuls sehr regelmässig eine Contraction des Pylorus voraus. — Ein grosses trächtiges Kaninchen nach Durchschneidung beider Vagi am Halse (15. März) gab in 2m 53s 9 Pulse, und zwar in Zwischenräumen von: 0, 15, 20, 25, 7, 13, 20, 53, 20 Secunden. — An einem kleinen männlichen Kaninchen (14. März) wurden durch 5 Minuten je 4, 3, 2, 2, 2 Pulsationen in der Minute gezählt.

Es sind die pulsirenden Bewegungen der Cardia bisher *ausschliesslich an Kaninchen* beobachtet worden. Es liegen vier Versuche an Hunden vor, aber niemals zeigte sich eine Spur davon, selbst nicht nach Einspritzung von Reizmitteln in den ausgeschnittenen Magen oder nach vorheriger Verabreichung von Brechmitteln. So hatte ich (3. April), um den Einfluss der Brechmittel auf die Magencontraction und speciell den etwa dadurch angeregten Cardiapuls am Hunde zu studiren, einem saugenden Hündchen etwa 4 Drachmen eines ziemlich concentrirten Infus. Ipecacuanhae (ex drachm. 3 — unc. 3) durch den Oesophagus eingespritzt und als nach $^1/_2$ Stunde der erste Brechanfall eintrat, die Bauchhöhle rasch geöffnet. Im Einklang mit Magendie's bekannten Beobachtungen blieb das Erbrechen absolut sistirt; es zeigte sich aber auch hier kein Cardiapuls, vielmehr lag der

Magen schlaff und erweitert da, ausser dass über seine vordere Fläche manchmal eine geringe wellenförmige Bewegung verlief. Auch nachher am ausgeschnittenen Magen wurde nichts bemerkt. Gleiches negatives Resultat an einem Zeisig. Nur an einer Katze bekam ich einmal die Andeutung eines Cardiapulses.

Bezüglich des *Ursächlichen* dieser Bewegungen lässt sich so viel mit Sicherheit sagen, dass die motorischen Erreger *nicht in der Vagusbahn* liegen, da sie gerade dann am schönsten und intensivsten auftreten, wenn der Magen herausgenommen ist. Die hier wahrscheinlich zu suchenden Ganglien, deren besondere Vertheilung, die etwaige Gegenwart eines Hemmungsnervensystems müssen den Gegenstand künftiger Untersuchungen bilden.

XVII.

Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth.

Von

Prof. J. Czermak [1].

(Zweite Reihe.)

---

1. In der ersten Reihe von „Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth“ [2]) habe ich sub 1 angegeben, dass ich mich eines mit gefärbtem Wasser gefüllten Manometers bediene, um einem zahlreichen Auditorium den Rhythmus und die Frequenz der Athemzüge und den Einfluss der *Nn. vagi* auf dieselben zu demonstriren.

Nachträglich bemerke ich hiezu, dass ich dem gefärbten Wasser stets so viel Gummi arabicum oder Zucker oder Glycerin zusetze, dass die Flüssigkeit mässig dicklich wird und stärker am Glase adhärirt, weil die eigenen Schwankungen der leichtflüssigen reinen Wassersäule grosse Unrichtigkeiten in die Beobachtung einführen.

Hat man hingegen den richtigen Grad von Zähflüssigkeit getroffen, so wird man sich überzeugen, dass die Schwankungen im Manometer Frequenz und Rhythmus der Athemzüge so genau wiedergeben, dass es sich lohnen würde, dieselben graphisch zu fixiren.

2. *Ueber den Einfluss der Vagusdurchschneidung auf die Lage des Herzens.*

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Im vorliegenden Bande dieser Zeitschrift, S. 353.

Die Akupunctur des Herzens ist bekanntlich ein sehr geeignetes Verfahren, um gewisse Verhältnisse des Herzschlages anschaulich zu machen. Stösst man bei Kaninchen eine Nadel durch einen Intercostalraum, in welchem man den Herzstoss deutlich fühlt, bis in's Herz, so macht das äussere Nadelende in vergrössertem Maassstab und in entgegengesetzter Richtung alle Bewegungen und Lagenveränderungen mit, welche der angestochene Herzpunkt gegen den Punkt der Thoraxwand ausführt, in dem die Nadel steckt.

Ich habe nun wiederholt die Beobachtung gemacht, dass sich die Neigung der idealen ruhenden Mittellinie, um welche die Nadel oscillirt, alsbald merklich ändert, wenn man beide Vagi am Halse durchschneidet, und zwar habe ich mehrfach gesehen, dass die ruhende Mittellinie, wenn sie im Beginn des Versuches senkrecht auf der Thoraxwand stand, kurze Zeit nach der Vagusdurchschneidung — besonders wenn einige tiefe krampfhafte Respirationsbewegungen eingetreten waren — eine deutliche Neigung gegen den Kopf des Thieres bekam, so dass der obere Winkel zwischen ihr und der Thoraxwand spitziger, der untere stumpfer wurde.

Aus dieser veränderten Neigung der oscillirenden Nadel ist auf eine solche Lagenveränderung des angestochenen Herzpunktes gegen den durchstochenen Punkt der Thoraxwand in Folge der aufgehobenen Vaguswirkung zu schliessen, dass der erstere gegen den letzteren nach *abwärts* rückt.

Da die Vagi sowohl auf die Herz- als auf die Athmungsbewegungen Einfluss haben, so wage ich es vorläufig noch nicht, einen Versuch zur Erklärung dieser auffallenden Erscheinung und ihres eigentlichen Zusammenhanges mit der Aufhebung der Vaguswirkung zu machen.

3. *Ueber die Wirkung des Atropins auf die Iris.* Dass das Atropin den *sphincter iridis lähmt,* wird mit Recht allgemein als bewiesen betrachtet; ob das Atropin hingegen auf den *dilatator pupillae* verkürzend wirkt, wird jedoch — obgleich durch de Ruiter's [1]) Experimente und manche anderen Beobachtungen sehr wahrscheinlich

[1]) De actione Atropae Belladonnae in iridem. Diss. Utrecht. 1853.

gemacht — so lange bezweifelt werden können, als hiefür nicht unzweideutigere Beweise beigebracht sind, denn bisher. De Ruiter sagt l. c. pag. 34: „Unum tantum experimentum irritationem dilatatoris vero similem reddere videtur. Nimirum irritatione galvanica ad „oculum animalis viventis applicata, contractionem utriusque musculi „iridis effici constat, praeponderante musculo sphinctere, ita ut pupillae contractio sequatur. Aliquantum temporis post mortem, dimi„nuta sphincteris magis quam dilatatoris irritabilitate, irritationem gal„vanicam dilatatio sequi potest. Ita saepissime fit in cuniculis. My„driatico autem applicato, margo semper sat notabilis iridis superest. „Si hoc in statu contractio tantum normalis adesset musculi dilatatoris, „major etiam hujus contractio, pupillae dilatationem augens, expectanda „foret e stimulo galvanico applicato. Quae quum non sequatur in „cuniculo vivo, videtur sola instillatione belladonnae jam maximum „contractionis gradum attigisse musculus dilatator.“

Hiergegen ist jedoch einzuwenden, dass der Dilatator, sowie der Sphincter durch das Atropin möglicher Weise seine Erregbarkeit eingebüsst haben konnte, und dass nur *deshalb* keine Erweiterung der Pupille erfolgte, als der elektrische Reiz applicirt wurde, und *nicht,* weil der Dilatator durch das Atropin in sein Verkürzungsmaximum versetzt wurde!

Ferner hätte, um jenen Schluss bindender zu machen, wenigstens durch Messungen an einem und demselben Auge oder durch Mittelzahlen der Beweis geliefert worden sein müssen, dass die Pupillenweite durch die Atropininstillation ihr Maximum erreicht.

Um die vorliegende Frage, welche in mehrfacher Beziehung wichtig und interessant erscheint, einer entscheidenden Lösung entgegen zu führen, verfiel ich auf den Gedanken, bei eben getödteten Kaninchen nach rascher Entfernung der Cornea den *sphincter iridis* ganz auszuschneiden und die nur noch aus den Elementen des Stroma's und des Dilatators bestehende Iris der directen Einwirkung des Atropins auszusetzen, denn trat unter *diesen* Umständen die gewohnte Atropinwirkung auf die Pupille dennoch ein, so konnte sie nur als auf einer activen Contraction des Dilatators beruhend angesehen werden, wenn man sie nicht etwa gar für eine (noch viel paradoxere) passive Quellungserscheinung erklären wollte.

Diesen Gedanken hat zwar schon Kölliker [1]) ausgeführt, um den directen experimentellen Beweis zu liefern, „dass die Iris radiäre Muskelfasern besitzt und dass dieselben auf eine Reizung des Sympathicus sich contrahiren.“ Auch hat *er* schon versucht den Dilatator unter diesen Umständen durch Atropin in Action zu versetzen — bis dahin jedoch *ohne* Erfolg.

Durch dieses negative Resultat Kölliker's liess ich mich jedoch nicht abschrecken, abermals diesen Weg, welcher jedenfalls der ebenste und geradeste ist, einzuschlagen, indem Kölliker nur an 3 Kaninchen experimentirte und wahrscheinlich die Atropininstillation erst nach Beendigung der ihn zunächst beschäftigenden elektrischen Reizversuche vornahm, ohne vielleicht die etwa langsam eintretende Zusammenziehung des Dilatators hinreichend lange Zeit abzuwarten. Vielleicht auch war die Erregbarkeit des Dilatators schon erschöpft.

Um ganz sicher zu gehen, ordnete ich die Versuche, welche ich vor Kurzem in dieser Richtung gemeinschaftlich mit meinem Freunde Dr. Hirschler und mit meinem Assistenten Dr. Balogh anstellte, folgendermaassen an.

Zuerst wurden die Kaninchen (meist Albino's) mit einem hackenartigen Messer auf einen Hieb decapitirt; dann wurde der abgeschlagene Kopf — nachdem die Haut gespalten und das Schädeldach in der Medianlinie durchsägt war — mit jenem hackenartigen Messer halbirt; endlich wurden beiderseits die *Cornea* und der *sphincter iridis* gänzlich abgetragen und die Durchmesser der ausgeschnittenen Pupillen mit dem Zirkel direct gemessen.

Diese Vorbereitungen bemühten wir uns durch Theilung der Arbeit mit möglichster Raschheit in wenigen Minuten zu beenden, so dass die fertig hergerichteten Kopfhälften noch deutlich warm anzufühlen waren, als auf das eine Auge — und es wurde absichtlich meist jenes Auge gewählt, dessen ausgeschnittene Pupille zufällig etwas kleiner ausgefallen war — eine starke Atropinlösung (2 Gran schwefelsaures Atropin auf 1 Drachme destillirtes Wasser), und gleichzeitig auf das andere reines destillirtes Wasser gebracht wurde.

[1]) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, 1855, Bd. VI, pag. 143.

Diese letztere Anordnung — nämlich: in das andere ganz gleich vorgerichtete Auge bloss destillirtes Wasser zu bringen, hielt ich für nöthig, um beide Augen bis auf das Atropin, welches in destillirtem Wasser gelöst ist, *genau* unter dieselben Bedingungen zu bringen, damit das bloss mit destillirtem Wasser überströmte Auge einen Maassstab abgeben könnte, bis zu welchem Durchmesser sich die des Sphincters beraubte Pupille in Folge der *einfachen passiven* Retractilität des Dilatators erweitert.

In mässigen Zwischenräumen wurden immer wieder neue Portionen der Flüssigkeiten auf die Augen gebracht, so dass eine Schichte derselben Iris und Linse stets bedeckte und das Vertrocknen und Verkleben der Theile hinderte.

Von Zeit zu Zeit wurden die Pupillendurchmesser mit dem Zirkel bestimmt.

Nach der Decapitation waren beide Pupillen, wie bekannt, meist stark verengt und bei Albinokaninchen kann man die Breite des Sphincters ziemlich deutlich von blossem Auge sehen, so dass es unschwer gelang, denselben vollständig abzutragen. Nichtsdestoweniger habe ich nachträglich den ausgeschnittenen natürlichen Pupillarrand, als auch die zurückgebliebene Iris — nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure — genau mikroskopisch untersucht, um mich über das Gelingen der totalen Ausschneidung des Sphincters zu vergewissern.

Nach der Ausschneidung des Sphincters, auch wenn sie nicht ganz vollständig gelungen ist, werden die Durchmesser der Pupille sofort beträchtlich grösser und nehmen auch in dem bloss mit destillirtem Wasser behandelten Auge noch längere Zeit hernach ganz allmälig zu, während die Iris an Breite abnimmt.

In dem Auge, welches mit Atropinlösung befeuchtet wird, nehmen die Durchmesser der Pupille jedoch nicht nur beträchtlich *rascher* zu — besonders auffallend ist diese raschere Zunahme, wenn sie, wie meistens geschieht, in einem der schrägen Durchmesser auftritt, — sondern erreichen auch constant eine schon dem blossen Auge merkliche *bedeutendere Grösse* als in dem mit purem destillirten Wasser behandelten Auge.

Hierzu kommt noch, dass die Iris des mit Atropin behandelten Auges nicht nur bald merklich *weniger durchscheinend* wird, sondern auch an ihrer *vorderen Fläche gewölbter* erscheint, was entschieden auf eine Verdichtung und Verkürzung der nach Kölliker an der hinteren Irisfläche liegenden Radialfasern hindeutet.

Endlich *gleichen* sich die Zacken und Unregelmässigkeiten der ausgeschnittenen Pupille in dem mit Atropin behandelten Auge viel *vollständiger aus* und *runden sich viel gleichmässiger ab,* als in dem anderen Auge, wo der scharf bleibende künstliche Pupillarrand jede Zacke, jede gerade Schnittlinie zu derselben Zeit noch deutlich erkennen lässt.

Diese constanten und auffallenden Differenzen in den Pupillen und Irides beider Augen blieben wesentlich ungeändert, auch wenn wir die Kopfhälften hernach 12 Stunden lang, natürlich jede in einem besonderem Gefässe, in destillirtem Wasser liegen liessen.

Diese Differenzen finden nun ihre natürliche Erklärung offenbar nur darin, dass in dem mit Atropin behandelten Auge nebst der elastischen Retractilität der vom spannenden Zuge des Sphincters befreiten Iriselemente, *überdies noch eine active Zusammenziehung in radiärer Richtung sich geltend macht,* welche wohl nur als eine directe Verkürzung des noch reizbaren Dilatators, in Folge der Atropinwirkung, welche paradoxer Weise den aus fast identischen Elementen (vergl. Kölliker) gewebten Sphincter lähmt und erschlafft, aufgefasst werden kann, wenn man nicht etwa an eine passive Quellungserscheinung denken will.

Es unterliegt aber nun wenigstens keinem Zweifel mehr, dass die Pupillenerweiterung nach Atropininstillation auch im Leben nicht *bloss* auf einer Erschlaffung und Lähmung des Sphincters und auf der Retractilität des Dilatators in Folge seines Tonus und seiner Elasticität, sondern *zugleich auch auf einer durch die Atropinwirkung bedingten Verkürzung der Iris in radiärer Richtung* beruht.

Schliesslich theile ich zwei unserer Versuche in extenso als Beleg mit, bei welchem die nachträgliche mikroskopische Untersuchung der Iris auch nicht die Spur eines Sphincterrestes am Pupillarrande auffinden liess.

A.

Mittelgrosses Albinokaninchen, um 10h 13m decapitirt, der Kopf halbirt, Cornea und Sphincter beiderseits ausgeschnitten; Vorbereitungen beendet um 10h 18m.

Pupillendurchmesser in Millim.

Zeit	Rechtes Auge			Linkes Auge		
	vertical	horizontal	schräg von vorn und oben nach hinten und unten	vertical	horizontal	schräg von vorn und oben nach hinten und unten
10h 18m	7·0	7·3	—	7·7	7·5	—
10 19	Atropin instillirt			Wasser instillirt		
	Heftige Zuckungen in den Kaumuskeln			Heftige Zuckungen in den Kaumuskeln		
	7·4	8·0	9·0	8·0	8·0	—
10 26	9·0	8·9	9·0	8·0	8·2	8·0
10 31	Iris milchig getrübt, wulstig			Iris durchscheinend, flach, dünn		
10 36	9·0	9·1	9·4	8·5	8·5	8.4
11 30	9·1	9·5	9·5	8·5	8·5	8·5
12	9·5	9·5	9·5	8·5	8·5	—
9 Abd.	9·5	9·5	9·5	8·5	8·5	—
Ueber Nacht wurden beide Kopfhälften in destillirtes Wasser gelegt.						
9h Früh	9·0	9·0		8·5	8·5	—

B.

Kleines Albinokaninchen um 10h 45m decapitirt, der Kopf halbirt, Cornea und Sphincter beiderseits ausgeschnitten; Vorbereitungen beendet um 10h 51m.

Pupillardurchmesser in Millim.

Zeit	Rechtes Auge				Linkes Auge			
	vertical	horizontal	schräg [1]		vertical	horizontal	schräg [1]	
			h.	v.			h.	v.
10h 52m	7·4	7·5	7·4	7·0	7·5	7·7	7·6	7·6
10 53	Atropin instillirt				Wasser instillirt			
11 10	8·0	8·0	8·0	8·0	7·6	7·5	7·6	7·8
11 21	Iris getrübt, wulstig				Iris durchscheinend, flach			
11 30	8·0	8·0	—	—	7·6	7·6	—	—
3 —	8·0	8·0	—	—	7·6	7·6	—	—
Des ander. Tags	Die Nacht über lagen beide Augen in destillirtem Wasser							
9h — Früh	8·0	8·0	—	—	7·2	7·2	—	—

[1]) schräg h. — schräger Durchmesser von hinten und oben nach vorn und unten.
schräg v. — „ „ „ vorn „ „ „ hinten „ „ „.

XVIII.

Kleine Mittheilungen aus dem k. k. physiologischen Institute in Pesth.

Von
Prof. J. Czermak [1].

(Dritte Reihe.)

---

1. (Fortsetzung.) Ueber die Wirkung des Atropin auf die Iris.

Aus unseren in der zweiten Reihe [2]) dieser Mittheilungen veröffentlichten Versuchen hatte sich ganz unzweideutig ergeben, dass die Erweiterung der Pupille nach Atropininstillation nicht bloss mittelbar auf der Lähmung und Erschlaffung des Sphincters beruht, sondern dass sich die Iris zugleich auch unmittelbar in Folge der specifischen Atropinwirkung *in radiärer Richtung stärker zusammenzieht, als es der einfachen Retractilität entspricht, welche den unveränderten oder nur mit Wasser befeuchteten Iriselementen vermöge ihres Tonus und ihrer Elasticität zukommt.*

Diese neue Thatsache, durch unsere Versuche als sichergestellt vorausgesetzt, entsteht nun die weitere Frage, auf welche Art das Atropin diese Zusammenziehung in radiärer Richtung bewirkt.

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

[2]) Im vorliegenden Bande dieser Zeitschrift, S. 372.

Ich habe mich schon a. a. O. dahin ausgesprochen, dass man wohl nur annehmen könne, dass das Atropin, wie schon de Ruiter nachzuweisen bemüht war, den noch reizbaren *dilatator iridis* direct zur Zusammenziehung veranlasse, indem man ja kaum an eine *bloss passive* Quellungserscheinung, behufs der Erklärung jener Thatsache, denken dürfe.

Ich stützte mich hierbei besonders auf die Beobachtung, dass die Iris, deren Sphincter ganz ausgeschnitten ist, in dem mit Atropin behandelten Auge nicht nur weniger durchscheinend wird, sondern auch an ihrer vorderen Fläche stärker gewölbt (gewulstet) erscheint, als jene in dem mit reinem destillirten HO behandelten Auge, was entschieden auf eine active Contraction des Dilatators hindeutet.

Nichtsdestoweniger könnte man dieser einfachsten und am nächsten liegenden Deutung der thatsächlichen Erscheinungen entgegenhalten, wie es doch zu paradox sei, dass das Atropin lähmend auf den Sphincter und zugleich erregend auf den gleichfalls aus contractilen Faserzellen bestehenden Dilatator wirken solle, — und ferner, wie sich Alles eben so gut erklären liesse, wenn man nur die ganz unverfängliche Annahme machen wolle, dass sich nach der Atropininstillation, in Folge einer *ganz passiven Quellungserscheinung* die Elasticität der Iriselemente, z. B. des Stroma's oder des Dilatators, in der Art ändern würde, dass sich entweder die Widerstände, welche auch nach der gänzlichen Ausschneidung des Sphincters, der einfachen Retractilität des Dilatators entgegenwirken, beträchtlich mindern, oder dass die Kraft der Retractilität des Dilatators zunimmt.

Obschon die hypothetische Vorstellung von solchen passiven Quellungserscheinungen nicht ohne weiteres als unstatthaft von der Hand zu weisen ist, so wird man doch wenig geneigt sein, dieselbe in ihrer ganzen Ausdehnung zu adoptiren, wenn man bedenkt, dass die Atropinwirkung nur so lange Zeit nach dem Tode noch in gewohnter Weise eintritt, *als der Dilatator seine Reizbarkeit bewahrt haben kann.*

Ich habe hierüber eine besondere Versuchsreihe angestellt, indem ich die Präparation und Behandlung der abgeschlagenen Ka-

ninchenköpfe, ganz in der früher beschriebenen Weise erst 1, 3, 6, 12, 24 Stunden nach der Decapitation vorgenommen habe.

Es zeigte sich hierbei, dass die aus meiner vorigen Mittheilung bekannten Atropinwirkungen auf die ihres Sphincters beraubte Iris *nur* bei dem 1 Stunde nach der Decapitation untersuchten Kaninchen unzweideutig erkennbar waren, während bei den übrigen 3, 6, 12, 24 Stunden nach dem Tode untersuchten Augen keine entschiedene Atropinwirkung beobachtet werden konnte.

Die Pupille erweiterte sich zwar in *allen* Fällen nach Ausschneidung des Sphincters allmälig ziemlich bedeutend, allein — mit Ausnahme des 1 Stunde nach dem Tode untersuchten Falles — wurde die Pupille des mit Atropin behandelten Auges weder *weiter* als die des mit reinem HO behandelten Auges, noch geschah die Erweiterung *rascher*.

Auch die übrigen (bei den möglichst kurze Zeit nach der Decapitation angestellten Versuchen) beobachteten constanten Verschiedenheiten im Aussehen des künstlichen, durch die Entfernung des Sphincters ausgeschnittenen Pupillenrandes und der Iris selbst, waren nur in dem *einen* Falle einigermaassen ausgeprägt.

Um in dieser Beziehung ganz sicher zu gehen, habe ich sämmtliche Objecte dieser Versuchsreihe meinem Freunde Dr. Hirschler, welcher diesmal verhindert war, sich an den Versuchen selbst zu betheiligen und daher als ganz unbefangen betrachtet werden konnte, vorgelegt, damit er durch die *blosse Besichtigung* herausfinde, welche Augen mit Atropin und welche mit blossem Wasser behandelt worden waren.

Bei dem 1 Stunde nach dem Tode untersuchten Kaninchen bezeichnete er augenblicklich und mit voller Entschiedenheit richtig das mit Atropin behandelte Auge. In *allen* übrigen Fällen machte er hingegen schwankende und meist unrichtige Angaben, weil er nur auf gut Glück rathen konnte.

Hiermit ist nun zwar die Reizung des Dilatators durch Atropin nicht streng erwiesen, man darf dieselbe aber wohl mit überwiegender Wahrscheinlichkeit als die begründetste Erklärung der bekannten Thatsachen annehmen.

Alles wohlerwogen, komme ich zu dem Schluss, *dass das Atropin in die Reihe der chemischen Muskelreize zu stellen, und seine specifische Wirkung auf die Iris wesentlich von diesem Standpunkt aus zu erklären ist.*

Um sich übrigens das Paradoxe der anscheinend ganz entgegengesetzten Atropinwirkung auf wesentlich identische Muskelbündel, wie Sphincter und *dilatator iridis* einigermaassen zurechtlegen zu können, möchte wohl vor Allem daran zu erinnern sein, dass die Elemente des Sphincters, nach Kölliker's richtiger Angabe, denn doch — abgesehen von ihrer gröberen Anordnung — selbst in histologischer Beziehung, sowohl hinsichtlich ihres Habitus als hinsichtlich ihrer leichteren Darstellbarkeit, mancherlei Abweichendes von jenen des Dilatators erkennen lassen, und ferner dass die chemischen Muskelreize mit der Erregung die Erregbarkeit vorübergehend oder bleibend vernichten.

Es wäre nämlich hiernach eine nur *graduell verschiedene*, keine *entgegengesetzte* Wirkung des Atropin auf Sphincter und *dilatator iridis* ganz gut denkbar, indem ja die der Lähmung durch Atropin vorausgehende Erregung der Faserzellen des Sphincters möglicher Weise ungleich schwächer und kürzer als beim Dilatator ausfallen könnte, und nur deshalb nicht zu beobachten wäre! —

2. Reizversuche an halbirten Kaninchenköpfen.

Das Decapitiren von Kaninchen mit einem grossen hackenartigen Messer und das Halbiren derselben mit diesem Instrument, welches nach Spaltung der Haut und Durchsägung des Schädeldaches in der Sägelinie eingesetzt und durchgeschlagen wird, geht so rasch von Statten und ist so einfach, dass die Vorbereitungen zu Reizversuchen über gewisse Hirnnerven durch diese Manipulation sehr wesentlich abgekürzt und erleichtert werden.

Man kann auf diese Weise recht instructive Collegien-Versuche anstellen und desbalb erlaube ich mir den Gegenstand hier zur Sprache zu bringen.

Abgesehen von der Erregung der motorischen Nervenbahnen, unter denen besonders die des *N. hypoglossus* sehr präcis und ver-

hältnissmässig lange Zeit nach dem Tode anspricht, ist es mir auch gelungen, den Ludwig'schen Speichelversuch an der Parotis anzustellen und das Thränendrüsen-Secret auf Reizung des Trigeminusstammes zu reichlicherem Abfluss zu vermögen.

a) Der von Ludwig in seinen berühmten physiologischen Experimentalcursen seit langer Zeit *an der Parotis des Kaninchens demonstrirte Speichelversuch* besteht bekanntlich darin, dass man am lebenden Thier zunächst die beiden *Carot. intern.* unterbindet, um die späteren Blutungen zu mindern, sodann den Schädel eröffnet, enthirnt und den *N. facialis* im *meatus audit. intern.* mit Inductionsströmen reizt. Vorher ist der *ductus Stenonianus* blossgelegt und angeschnitten worden. Drückt man nun ein Stückchen rothes Lackmuspapier an die eröffnete Stelle an, so entsteht auf demselben ein während der Facialis-Reizung sich *vergrössernder* blauer Fleck durch den aufgesaugten stark alkalischen Speichel.

Dieser Versuch gelingt, wie gesagt, noch ganz gut an einer so eben von dem übrigen Thiere getrennten Kopf*hälfte,* was um so bemerkenswerther ist, als hier die Secretion des Speichels durch Reizung des *N. facialis* eingeleitet wird, während in dieser Drüse die Blutcirculation und der Blutdruck gänzlich aufgehört haben.

Die aus dem angeschnittenen *ductus Stenonianus* in Folge der Facialis-Reizung zu Tage tretenden Speicheltropfen sind übrigens ein wirklicher Beweis für die secretorische Thätigkeit der Parotis und nicht etwa durch Druck auf die Drüse oder den Ductus mechanisch ausgepresst, denn dazu ist die an und für sich allerdings sehr geringe Speichelmenge doch zu gross und dann entbehrt die Parotis selbst angeblich aller Muskelfasern und ist durchaus nicht so gelagert, dass sie nicht vor einer Compression durch die bei der Facialis-Reizung in tetanische Contraction gerathenden Muskeln geschützt werden könnte.

b) Bei Gelegenheit des beschriebenen Speichelversuches war einmal zufällig bemerkt worden, dass das rothe Lackmuspapier an der Stelle, wo es die Augenliedspalte berührte, einen nassen blauen Fleck bekam, was nur auf eine Vermehrung der Feuchtigkeit im Sacke der Conjunctiva in Folge der Reizung der Nerven bezogen werden konnte.

Wir schoben deshalb bei späteren Versuchen ein zusammenge-

legtes Stückchen rothes Lackmuspapier unter das obere Augenlied in den hinteren, äusseren Augenwinkel und sahen nun auf Reizung des Stammes des *Nervus Trigeminus* einen rasch wachsenden blauen Fleck von ausfliessenden *Thränen* entstehen. Auch glauben wir bemerkt zu haben, dass die Menge des Secretes der Conjunctiva und der im vorderen, inneren Augenwinkel am unteren Rande des Nickknorpels mündenden Harder'schen Drüse einigermaassen zunahm.

Das Secret der Harder'schen Drüse ist, beiläufig bemerkt, eine milchige Flüssigkeit, welche zahllose zitternde Fettmolecule führt und alkalisch reagirt.

Die Ausführungsgänge der herauspräparirten Harder'schen Drüse erschienen überaus zierlich mit dieser weissen Flüssigkeit injicirt.

XIX.

Ueber die Unempfindlichkeit der Cerebrospinalcentra für elektrische Reize.

Von

I. van Deen.

Ich habe früher bewiesen, dass das Rückenmark für fremde Reize unempfindlich ist, damals aber nur die mechanischen und chemischen Reize berücksichtigt [1]). Spätere Versuche haben mich gelehrt, dass dasselbe auch für elektrische Reize gilt, und ich werde überdies beweisen, dass die Unempfindlichkeit sich auch auf das verlängerte Mark und die verschiedenen Hirntheile erstreckt.

Auch hier liefern die Frösche das geeignetste Versuchsmaterial. Ich habe aber ausserdem an Kaninchen experimentirt, und obgleich Säugethiere zu diesen Versuchen durchaus nicht so geeignet sind, erhielt ich eine vollkommene Bestätigung der an Fröschen gewonnenen Resultate.

Man kann die Versuche sowohl mit Bezug auf die Fortpflanzung der Bewegung, wie mit Bezug auf die Fortpflanzung der Empfindung

---

1) Van der Hoeven en De Vriese, Tijdschrift voor natuurlijke Geschiedenis en Physiologie, Dl. XI. St. I, 1841; Heije's Archief voor Geneeskunde, Dl. II, bl. 414; Froriep's Neue Notizen Bd. XXV, p. 323—327; Oppenheim, Zeitschrift für die gesammte Medicin, 1843, Tom. XXII, Ned. Tijdschrift voor Geneeskunde, 1859, p. 292; Moleschott, Unters. zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, Bd. VI, S. 297 und folg.

anstellen. Thut man das Erstere, will man nämlich untersuchen, ob die elektrische Wirkung durch ein Nervencentrum zu *entfernten motorischen Nerven* fortgepflanzt wird, deren centrale und peripherische Verbindung unversehrt ist, die noch mit dem Rückenmark und den Muskeln verbunden sind, dann kann man am Rückenmark, am verlängerten Mark und am Hirn experimentiren. In der Hauptsache bleiben sich die Resultate gleich, es wird nämlich weder durch das Rückenmark, noch durch das verlängerte Mark, noch durch das Hirn der elektrische Reiz nach den genannten entfernten Nerven fortgepflanzt, ebensowenig wie die mechanischen und chemischen Reize; nur die Nervenfasern werden afficirt, die in das Bereich der Elektroden fallen.

Untersucht man den elektrischen Einfluss auf die Empfindung oder auf die Fähigkeit, Reflexbewegungen hervorzurufen, dann wird man finden, dass die Nervencentra diese Wirkung nicht haben für *sensible Nerven*, die an einer von den angewandten Elektroden entfernten Stelle mit der Peripherie und dem Centrum noch zusammenhängt. Es liegt in der Natur der Sache, dass eine solche Untersuchung, zumal mit Rücksicht auf die Empfindung, nur an dem Rückenmark vorgenommen werden kann, weil im Hirn und im verlängerten Mark (nach meiner Ueberzeugung wenigstens) der Sitz der Empfindung liegt, und wenn die Nerven dieser Theile durchschnitten sind, kann von *Zeichen* der Empfindung nicht die Rede sein, welche das Thier (der Frosch) sonst mit verschiedenen Theilen des Kopfes zu erkennen giebt [1]).

Bevor ich zur Beschreibung der angestellten Versuche schreite, muss ich ein historisches Factum in Erinnerung bringen, dass nämlich Matteucci [2]) schon im Jahr 1844 auf die Unempfindlichkeit des grossen und kleinen Gehirns für elektrische Reize aufmerksam gemacht hat, und dass nach ihm E. Weber dieselbe Erfahrung hinsichtlich

---

[1]) Wie man weiss, verräth der Frosch den Schmerz, indem er die Augen zupetzt, und bisweilen auch, indem er den Kopf etwas nach vorne biegt.

[2]) C. Matteucci, Traité des phénomènes electro-physiques des animaux, Paris 1843, p. 242.

des grossen Gehirns gemacht hat. Jener hat seine Versuche an Kaninchen angestellt, und zwar mit einem starken constanten Strom, dieser an Fröschen mit dem inducirten Strom. Matteucci erzählt nämlich, dass ein Kaninchen, dessen grosses und kleines Gehirn er in die Kette eines constanten Stromes einschaltete, sich nicht bewegte und nur eine geringe Muskelwirkung am Kopfe zeigte, dass dagegen, sowie die Elektroden auf die Vierhügel und auf die Grosshirnschenkel angewandt wurden, das Thier vor Schmerz schrie und heftige tetanische Muskelzuckungen im ganzen Körper entstanden. Weber sah bei Anwendung der Electricität auf das grosse Gehirn eines Frosches durchaus keine Muskelzusammenziehung, wohl aber, wenn er die Vierhügel elektrisirte, wobei nicht Starrkrampf, sondern Wechselkrämpfe entstanden. — Diese Versuche habe ich wiederholt und zwar mit ganz gleichem Ergebniss, sowohl wenn ich den constanten Strom (wie Matteucci an Kaninchen), wie wenn ich den inducirten anwandte; letzterer durfte aber *nicht gar zu stark* sein, weil ich dann auf dieselben Hindernisse stiess, wie bei den später zu erwähnenden Versuchen [1]).

Die Ursache, weshalb die beiden genannten Gelehrten die elektrische Reizung des grossen und kleinen Gehirns erfolglos fanden, wird durch die von mir angestellten Versuche klar gemacht; sie liegt einfach darin, dass hier die Wurzeln der sensiblen und motorischen Nerven, obwohl *nicht durchschnitten*, ausserhalb des Bereiches der Elektroden oder hinlänglich weit davon entfernt waren, während dies nicht der Fall ist, wenn man die Vierhügel beim Frosch und beim Kaninchen oder beim letzteren die Grosshirnschenkel in die Kette aufnimmt [2]).

Die Versuche, die ich jetzt beschreiben werde, sind mit constanten und inducirten elektrischen Strömen angestellt, die meist un-

---

[1]) E. Weber, Muskelbewegung; Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner, Band III, Abtheil. II, Braunschweig 1846, S. 16.

[2]) Wenn die Frösche durch eine allzulange Gefangenschaft sehr geschwächt sind (so dass die Reizbarkeit des Nervensystems — durch Mangel an Nahrung — zu sehr erhöht ist), dann entsteht bei der Reizung der Vierhügel gewöhnlich Starrkrampf.

mittelbar, bisweilen auch — um die Ströme zu schwächen — mittelbar (durch Wasser) angewandt wurden.

Versuche, durch welche bewiesen wird, dass die auf das Hirn, das verlängerte Mark und das Rückenmark angewandte Electricität nicht auf diejenigen motorischen Nerven fortgepflanzt wird, welche noch (mittelst des Rückenmarks) mit den Centraltheilen zusammenhängen, wenn die gereizte Stelle von den genannten Nerven einigermaassen entfernt ist. Mit andern Worten: Versuche, durch welche bewiesen wird, dass das Gehirn, das verlängerte Mark und das Rückenmark für sich nicht im Stande sind, die Elektricität in centrifugaler Richtung fortzupflanzen.

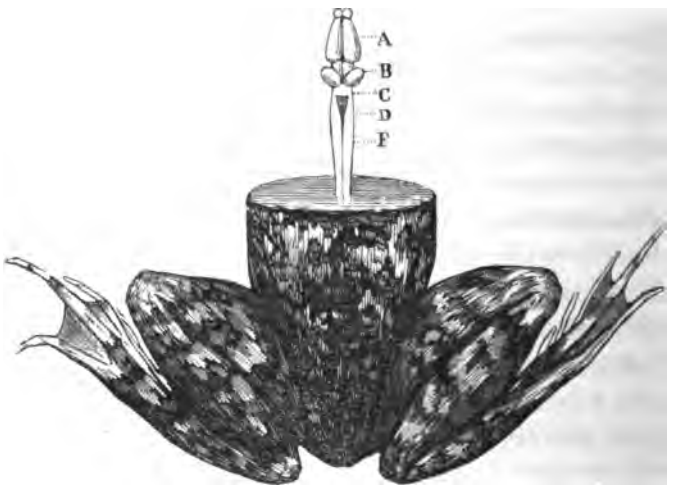
Versuche an Fröschen.

Man öffne von hintenher den ganzen Wirbelkanal oder wenigstens die vorderen drei Viertel und die Schädelhöhle, lege das Rückenmark nebst dem verlängerten Mark und das Gehirn bloss, schneide sodann alle Nervenwurzeln, sensible wie motorische, durch — mit Ausnahme deren der vier letzten Rückenmarksnerven, welche für die Hinterfüsse bestimmt sind. Man verfahre bei der letzten Operation, nämlich bei dem Durchscheiden der Nerven, mit grosser Vorsicht, indem man eine feine spitze Scheere zwischen den seitlichen Theilen des Rückenmarks, des verlängerten Marks und des Gehirns auf der einen Seite und der Innenfläche des Wirbelkanals und der Schädelhöhle auf der andern schneidend fortführt. Sodann hebe man die entblössten und von ihren Nervenverbindungen getrennten Centraltheile aus der geöffneten Höhle mit einer feinen Pincette auf (oder, was noch besser ist, mit dem flachen Heft eines sehr feinen Scalpells), und schneide die Verbindungen durch, welche durch die Membranen zwischen den Centraltheilen und ihren Höhlen noch etwa vorhanden sind. Darauf ist es am zweckmässigsten, alle Körpertheile, soweit die Centraltheile von den Nervenverbindungen abgelöst sind, wegzuschneiden, und den hierdurch von allen Umgebungen befreiten obern Theil der Nervencentra auf eine Glasplatte zu legen, während der unterste Theil

des Thieres auf dem Tisch liegen bleibt; auch kann man, was noch besser ist, das ganze Präparat auf eine grössere Glastafel oder auf einen Teller legen. Sehr vortheilhaft ist es, wenn man die Centraltheile auf einer schiefen Ebene etwas höher legt, und zwar so, dass die noch etwa darin vorhandene Flüssigkeit nicht dem Rückenmark entlang abwärts, nach den untern Körpertheilen fliesst. Man erreicht dies, indem man sie auf ein umgekehrtes Uhrglas oder Porzellanschälchen legt.

Um das Präparat zu versinnlichen, füge ich die untenstehende Figur bei. Obwohl die Nervencentra hinlänglich bekannt sind, will ich — was vielleicht für manche Leser nicht ganz überflüssig sein dürfte — hier dennoch ihre verschiedenen Abschnitte, soweit sie an dem Präparate sichtbar sind, bezeichnen: A) grosses Gehirn, B) Vierhügel, C) kleines Gehirn, D) verlängertes Mark, F) Rückenmark [1].

Fig. 1.



[1]) Auch die Nervenenden der dicht am Rückenmark abgeschnittenen Wurzeln sind am Präparat sichtbar; sie sind aber hier nicht abgebildet, weil der Holzschneider von mir entfernt wohnt, und ich ihm mündlich nicht angeben konnte, wo die Nervenenden anzubringen waren. Ich ersuche den Leser, die in dieser Abhandlung mitgetheilten Figuren als schematische zu betrachten. Die Verbindungsweise des Rückenmarks mit den untern Körpertheilen ist auch nicht ganz der Natur getreu dargestellt.

Um die Leitung der Elektricität durch Blut oder andere Flüssigkeiten, die das Rückenmark und die übrigen Centraltheile umgeben, zu verhüten, ist es am besten, durch Fliesspapier oder ein Stückchen Schwamm die Feuchtigkeit vorsichtig zu entfernen.

Nachdem dies Alles geschehen, überzeuge man sich, dass die centrale und peripherische Verbindung der untersten (hintersten) vier Nervenpaare, welche die Hinterfüsse versehen, noch unversehrt erhalten ist, indem man prüft, ob die normale Reflexbewegung durch leise Berührung in diesen Füssen noch hervorgerufen wird.

Bei allen Versuchen, die ich angestellt habe, war Letzteres noch mehre Stunden nach dem Versuch der Fall, ja bisweilen noch am folgenden Tage, wenn nämlich die Thiere sehr kräftig waren. Es kommt hier hauptsächlich darauf an, dass man beim Oeffnen des Rückenmarkskanals die Centraltheile nicht verletzt oder drückt, namentlich nicht an derjenigen Stelle, wo die Nervenverbindung unversehrt bleiben muss; sonst lähmt man den Körpertheil, der seinen Nerven aus den verletzten oder gedrückten Centraltheilen erhält. In der Regel dauert indess diese Lähmung nur eine verhältnissmässig kurze Zeit; denn wenn die Verletzung nicht gar zu bedeutend ist, erholen sich die Theile bald [1]).

Unmittelbare Anwendung des constanten elektrischen Stroms.

Nach der beschriebenen Vorbereitung bringe man die beiden Elektroden einer elektrischen Batterie (ich benutze dazu eine ziemlich starke Batterie von Bunsen) auf das grosse Gehirn, die Vierhügel, das kleine Gehirn, das verlängerte Mark und auf den obersten Theil des Rückenmarks, und man wird in der Regel beim Schliessen und Oeffnen der Kette, möge dies in der Quere oder in der Längs-

[1]) Ich habe hierauf schon früher bei verschiedenen Gelegenheiten aufmerksam gemacht, und ein Jeder, der häufig den Rückenmarkskanal bei Fröschen öffnet, ist jetzt mit dieser Vorsichtsmaassregel vertraut; ich rufe sie hier in das Gedächtniss zurück für die weniger Geübten, die etwa Lust haben möchten, diese Versuche zu wiederholen.

richtung Statt finden, keine Bewegung beobachten in dem hintersten Theil des Körpers, dessen Nerven noch mit dem Rückenmark zusammenhängen.

Das ist namentlich der Fall, wenn man das Gehirn [1]), die Vierhügel, das kleine Gehirn und den grössten Theil des verlängerten Markes zwischen die Elektroden nimmt; verschiebt man aber die letztern nach dem untersten Theil des verlängerten Markes und dem obersten des Rückenmarkes, dann beobachtet man bisweilen beim Schliessen und Oeffnen der Kette einige leise Muskelzuckungen, namentlich in den untersten Muskeln des Bauches und in denen der Füsse.

Diese Bewegungen finden eher Statt, wenn die (motorischen) Vorderstränge, als wenn die (sensiblen) Hinterstränge des bezeichneten Rückenmarkstheils dem constanten Strome unterworfen worden. Nach meiner Meinung ist dies dadurch zu erklären, dass einige Fasern der nicht durchschnittenen Nervenwurzeln (d h. also der Wurzeln der vier letzten Rückenmarksnerven) sich mit der vordern weissen Substanz von hinten nach vornen (von unten nach oben) begeben und sich noch in derselben befinden (noch nicht in die graue Substanz eingetreten sind) an der Stelle, wo an der Grenze des verlängerten Marks und des Rückenmarks die Elektricität zur Anwendung kommt. Wenn also beim Schliessen und Oeffnen der Kette eine geringfügige Bewegung entsteht, so geschieht dies durch directe elektrische Reizung der Nervenfasern, die dem einen oder dem andern nicht durchschnittenen Nerven der Hinterfüsse angehören, — mit andern Worten: ein Theil der Nerven wird hier unmittelbar von der Elektricität getroffen. — Dass dieser Theil (die Anzahl der Nervenfasern) sehr gering sein muss, geht daraus hervor, 1) dass nur wenige Muskeln an der Bewegung betheiligt sind, 2) dass chemische und mechanische Reize, die keine Erschütterung veranlassen, nicht im Stande sind, solche Bewegungen zu erzeugen.

Was hier mitgetheilt wurde, kann die Unempfindlichkeit der Nervencentra für Elektricität keineswegs zweifelhaft machen, es be-

---

[1]) Wie dies von Weber und Matteucci bereits beobachtet wurde. Siehe oben.

stätigt sie vielmehr, denn wenn die Centraltheile nach Art der Nerven auf elektrische Reize reagirten, dann müsste bei deren Anwendung eine ausgedehnte Bewegung in den noch mit dem untersten (hintersten) Theil des Rückenmarks durch die Nerven verbundenen Muskeln entstehen.

Die angeführten Thatsachen erklären eine andere physiologische Erfahrung, die ich bereits in den Jahren 1839 [1]) und 1841 [2]) gemacht habe, und deren Richtigkeit erst in der allerneuesten Zeit †) anerkannt worden ist, dass nämlich, obwohl die graue Substanz das Mittel ist, durch welches die Eindrücke von und nach dem Gehirn fortgepflanzt werden, *der Wille nichtsdestoweniger auch durch die weisse vordere Substanz geleitet werden kann.* Den wichtigsten Beweis dafür habe ich durch folgenden Versuch geliefert, schneidet man das Rückenmark an seinem obersten Theil, gerade unter der Spitze des vierten Ventrikels, bis auf einige wenige Nervenfasern der weissen Vordersubstanz, ganz durch, dann wird das Thier, falls es in einer bestimmten Lage gehalten wird [3]), noch schwache willkürliche Bewegungen mit den Hinterfüssen und zwar hauptsächlich und zunächst mit den Zehen ausführen können, welche durch jene wenigen unversehrten Fasern vermittelt werden. Wird ein anderer Theil des Rückenmarks auf dieselbe Weise durchschnitten, dann kann diese Erscheinung nicht hervorgebracht werden, — das Thier ist dann nicht im Stande, willkürliche Bewegungen mit den unterhalb der operirten Stelle liegenden Theilen vorzunehmen.

Nimmt man nun an, wie dies der oben mitgetheilte Versuch mit elektrischer Reizung fordert, dass einzelne Fasern der motorischen

---

1) Nadere ontdekkingen over de eigenschappen van het ruggemerg, bijzonder over den daarin gevonden zenuwomloop. Leiden 1839.

2) Traités et découvertes sur la Physiologie de la moëlle épinière, Leide 1841, p. 69 et 71. Heije's Archief, Dl. I. Froriep's Neue Notizen, Bd. XXIV.

†) Schiff, Physiologie des Nervensystems, 1859, S. 279 und 280.

3) Wenn man nämlich das Thier mit dem Daumen und dem Zeigefinger unter der Achselhöhle so fasst, dass die Hinterfüsse herabhängen, und den Kopf mit der andern Hand reizt. Wenn das Thier lag, konnte ich keine willkürliche Bewegung in den hinter dem operirten Rückenmark liegenden Theilen beobachten.

Wurzeln, die zu den Nerven der Hinterfüsse gehören, so hoch mit den weissen Vordersträngen des Rückenmarks hinauf *(nach vorne steigen)* und zugleich *oberflächlich* liegen, dann versteht man auch, wie das ganze Rückenmark mit Ausnahme der angeführten oberflächlich liegenden Nervenfasern durchschnitten werden kann, ohne dass die willkürliche Bewegung der Hinterfüsse gänzlich aufgehoben wird; die unversehrt gebliebene weisse Substanz, welche die Willensimpulse fortpflanzt, verdankt diese Fähigkeit den Nervenfasern der motorischen Wurzeln, die durch sie hindurchgehen, — aus denen sie besteht, oder welche sie in sich enthält.

Mittelbare Anwendung des constanten Stromes.

Bringt man das oben beschriebene Präparat nur mit dem grössten vordern Abschnitt der Nervencentra in ein Schälchen (oder grosses Uhrglas) mit Wasser, während die übrigen Theile des Präparats ausserhalb des Wassers eine etwas erhöhte Lage haben; bringt man darauf die Elektroden der constanten Kette in das Wasser, dann wird beim Schliessen und beim Oeffnen keine Muskelzuckung erscheinen; eben so wenig, wenn die Elektroden in der Nähe als wenn sie in der Entfernung der Nervencentra gehalten werden. — Vergleicht man die Resultate dieses Versuchs mit demjenigen, welches man bekommt, wenn man die Hinterfüsse des Präparats in das Wasser bringt und dann die Kette schliesst und öffnet, oder wenn man den Versuch mit einem im Wasser liegenden Nerven anstellt, der noch mit einem Muskel zusammenhängt, dann wird man gestehen müssen, dass hierdurch die Unempfindlichkeit der Nervencentra für elektrische Reize durchaus bestätigt wird, indem ja die Nerven einen so hohen Grad von Empfindlichkeit dafür besitzen.

Anwendung des inducirten Stromes.

Der inducirte Strom kann mittelbar und unmittelbar auf die früher beschriebene Weise angewandt werden. Ich benutze dazu die oben erwähnte Bunsen'sche Batterie mit Du Bois Reymond's Schlittenapparat, und zwar auf verschiedene Weise, bald mit dem Bündel der Eisenstäbchen, bald ohne dasselbe (auch bei geringerem

und grösserem Abstand der sogenannten secundären von der primären Rolle). Diese Versuche sind viel schwieriger anzustellen, als die mit dem constanten Strom, und zwar wegen der grossen Spannung der inducirten elektrischen Strömung und wegen der Schwierigkeit, die Centraltheile von umgebender Flüssigkeit freizuhalten, indem die letztere den elektrischen Reiz den Muskeln zuleitet. Es hat sich meist herausgestellt, dass die Richtung, welche man den Centraltheilen giebt, das Gelingen des Versuches mitbedingt.

Ich habe mich nämlich am besten dabei befunden, den Centraltheilen eine geneigte Lage zu geben, so dass das Gehirn mehr nach unten und der mit den Körpertheilen noch verbundene hintere Abschnitt des Rückenmarks mehr nach oben liegt. Dies wird sehr leicht dadurch erzielt, dass man das Präparat auf ein umgekehrtes Abdampfschälchen so legt, dass der hintere Theil des Körpers den höchsten Platz einnimmt und die Centraltheile geneigt nach unten liegen. Der Versuch gelingt nun am besten, wenn man das Bündel Eisenstäbchen hinwegnimmt und die secundäre Rolle von der primären entfernt, zumal wenn man eine starke Batterie anwendet.

Dass bei der mittelbaren Reizung durch inducirte Ströme die geneigte Lage der Centraltheile erforderlich ist, wird wohl keiner nähern Erörterung bedürfen, denn bei einer anderen Lage ist der Versuch nicht anzustellen.

Unter Berücksichtigung aller Vorsichtsmaassregeln liefern die Versuche mit dem inducirten Strom ganz dieselben Ergebnisse, wie die mit dem constanten. Weder das Rückenmark, noch das verlängerte Mark, noch das Gehirn sind im Stande, den elektrischen Reiz auf entfernte Nervenwurzeln, die mit dem Rückenmark verbunden sind, fortzupflanzen.

Auch an Fröschen, *die vorher mit Strychnin vergiftet waren,* habe ich elektrische Reizversuche angestellt.

Zu dem Ende habe ich erst die Rückenmarks- und Schädelhöhle von hinten her geöffnet und die Centraltheile blossgelegt, darauf ein wenig von einer sehr verdünnten Strychninlösung in die Wunde des Thiers gebracht, welches sodann auf einem Teller unter eine Glasglocke gelegt wurde. Sobald die tetanischen Erscheinungen sich

kräftig in allen Körpertheilen gezeigt hatten, durchschnitt ich sämmtliche Nervenwurzeln mit Ausnahme derjenigen der vier Nerven, welche für die Hinterfüsse bestimmt sind. — Darauf machte ich aus dem Thier ein Präparat, wie Figur 1 es andeutet. Bei diesem Präparat waren jedoch die Hinterfüsse nicht in einer gehobenen, sondern in einer gestreckten Haltung, wie sie bei tetanisirten Fröschen noch ausser der Zeit des Paroxismus stets beobachtet wird. — Schaltete ich nun das Gehirn, die Vierhügel, das kleine Gehirn, das verlängerte Mark und den obersten Theil des Rückenmarks in den constanten oder nicht zu stark inducirten elektrischen Strom ein, dann stimmte der Erfolg ganz mit dem oben beschriebenen überein; ebensowenig wie dort an dem nicht tetanisirten Frosche wurde hier an dem tetanisirten eine Bewegung in den Hinterfüssen durch den elektrischen Reiz erzeugt.

Versuche an Kaninchen.

Auch das Rückenmark von Kaninchen habe ich dem elektrischen Reiz unterworfen, nachdem ich das frische Rückenmark eines unmittelbar vorher durch Erstickung oder auf eine andere Weise rasch getödteten Thieres in der Halsgegend nebst den auf beiden Seiten vorhandenen Nervenwurzeln, mit Ausnahme der für die Hinterfüsse bestimmten, durchschnitten hatte. — Weder constante, noch inducirte Ströme, nicht ein Mal sehr starke, erzeugten eine Bewegung in den Hinterfüssen, während dieselbe wohl entstand, wenn die *Nerven* der elektrischen Reizung (zumal dem inducirten Strome) ausgesetzt wurden.

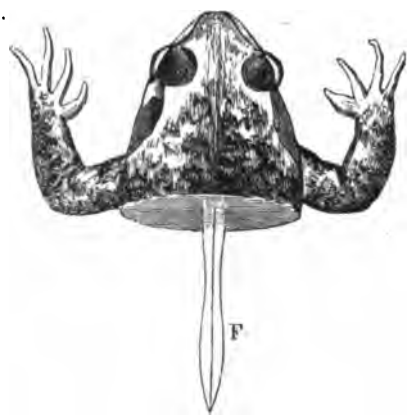
Versuche, durch welche bewiesen wird, dass die auf das Rückenmark angewandte Elektricität sich nicht nach dem Gehirn, dem verlängerten Mark oder den sensiblen Nerven fortpflanzt, wenn sie auf einen Abschnitt des Rückenmarks einwirkt, welcher von den genannten Theilen einigermaassen entfernt ist, mit andern Worten: Versuche, durch welche bewiesen wird, dass das Rückenmark für sich nicht im Stande ist, den elektrischen Reiz centripetal fortzupflanzen.

Die hierher gehörigen Versuche habe ich nur an Fröschen an-

gestellt. Das dazu erforderliche Präparat verfertige ich auf dieselbe Weise, wie ich es beschrieben habe, als ich voriges Jahr die Unfähigkeit des Rückenmarks, mechanische und chemische Reize centripetal zu leiten, bewies [1]). — Ich habe nämlich, sowie in den erwähnten Versuchen den untersten Theil des Rückenmarks blossgelegt, sodann das Thier so präparirt, dass nichts übrig blieb, als der vorderste Theil des Körpers mit den beiden Vorderfüssen, die Wirbelsäule und das darin befindliche von unten her blossgelegte Rückenmark, während alle Nerven (mit Ausnahme der für die Vorderfüsse bestimmten) dicht am Rückenmark abgeschnitten wurden.

Bringt man nun den blossgelegten untern Abschnitt des Rückenmarks mittelbar in die Kette des constanten Stromes, dann wird man beobachten, dass das Thier durchaus nichts davon empfindet.

Fig. 2.

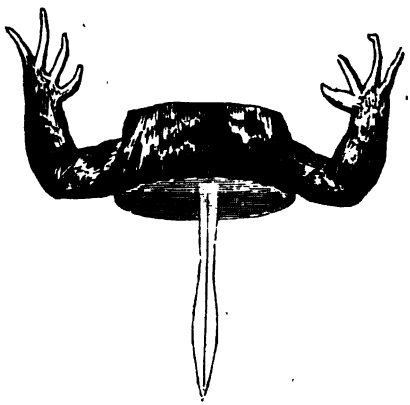


Um noch deutlicher die Unempfindlichkeit der Centraltheile für den elektrischen Reiz herauszustellen, habe ich diesen Versuch wiederholt, nachdem ich von dem Präparate auch noch den Kopf hinter dem Trommelfell weggeschnitten hatte.

---

[1]) Siehe diese Untersuchungen, Bd. VI, S. 297 u. folg.

Fig. 3.



Der auf das hintere Ende des Rückenmarks einwirkende constante Strom rief in den zur Reflexbewegung noch erregbaren Vorderfüssen diese Bewegung nicht hervor, gleichviel, ob der Strom mittelbar oder unmittelbar angewandt wurde. Dass die Erregbarkeit der Centraltheile, an denen ich die oben beschriebenen Versuche anstellte, keinesweges aufgehoben war, davon habe ich mich öfters nach Ablauf der Versuche überzeugt, indem ich die erwähnten Theile in die Kette des Multiplicators einschaltete. Auch will ich noch bemerken, dass die Versuche an sehr kräftigen und weniger kräftigen Thieren angestellt wurden, und zwar immer mit demselben Erfolg.

Da ich nun bewiesen habe, dass die Nervencentra für mechanische, chemische und elektrische Reize durchaus unempfindlich sind, verliert Alles, was man früher über die Sensibilität der Centraltheile vorgebracht hat, seinen Werth. Wo man eine solche beobachtet, muss sie den Reizen zugeschrieben werden, welche auf die Nerven und von den Nerven aus auf die Centraltheile wirken. *Die Centraltheile reagiren nur auf organische Einflüsse, welche von andern Centraltheilen oder von den Nerven aus auf sie einwirken*, während auch gewisse Zustände des Bluts einen unmittelbaren Einfluss auf die Centraltheile ausüben können, wie ich dies für die *automatische* Bewegung nachgewiesen habe [1]).

[1]) Vergl. diese Untersuchungen, Bd. VI, S. 305, 306.

XX.

Experimentelle Beiträge zur Physiologie des Tastsinnes.

Aus der Inauguralabhandlung des Dr. Arnold Wunderli auszugsweise mitgetheilt

von

A. Fick.

Die Temperaturempfindungen und die Berührungsempfindungen sind für das gemeine Bewusstsein so verschieden, dass man von vorn herein geneigt sein wird, jede für eine besondere Empfindungsqualität zu erklären. Eine besondere Empfindungsqualität ist aber sonst immer an eine besondere Nervenbahn geknüpft, welche auf jeden beliebigen Reiz mechanischen, elektrischen, thermischen etc. mit dieser Empfindungsqualität — in ihrer specifischen Energie, wie man sich auszudrücken pflegt — antwortet. Wenn in diesem Sinne Temperatur- und Berührungsempfindungen qualitativ verschieden sein sollten, so müssten an jeder empfindlichen Hautstelle zwei Nervenbahnen endigen und die eine mit der specifischen Energie der Berührungsempfindung, die andere mit der specifischen Energie der Temperaturempfindung begabt sein. Es müsste ferner die eine mit einem peripherischen Werkzeug versehen sein, welches Reizung durch Temperaturänderung, die andere mit einem solchen, welches Reizung durch eine Berührung vollständig unmöglich macht. Denn wären auch jene verschieden begabten Fasern vorhanden, aber die Erregung beider durch die beiden Reiz-

arten möglich, so würde man bei jeder Berührung und bei jeder Temperaturänderung *beide* Empfindungsarten nebeneinander haben, indem beide Fasern denselben Reiz, jede in ihrer specifischen Energie beantworten würden. Diese Annahme ist in der That bisweilen in der Wissenschaft aufgetaucht. Weber lässt es in seiner klassischen Abhandlung über den Tastsinn dahingestellt, ob nicht wenigstens verschiedene peripherische Werkzeuge zur Aufnahme der Berührungseindrücke und Temperatureindrücke anzunehmen seien. Seine subjective Meinung geht zwar dahin, dass die Aufnahme beider Arten von Eindrücken durch dieselben Werkzeuge geschehe, und dass folgeweise auch die Leitung derselben zum Centralorgan von derselben Gattung von Nervenfasern vermittelt werde.

In den neueren überraschend fruchtbaren mikroskopischen Untersuchungen über das Tastorgan besonders von Meissner und Krause findet diese Meinung nur Bestärkung. In der That überall, wo man Nerven in den oberflächlichen Hautschichten hat endigen sehen, sah man sie in gleichartigen Gebilden und in derselben Weise endigen, nämlich in jenen ellipsoidischen Bläschen, die in ihrer einfachsten Gestalt als *„Endkolben“*, in etwas reicherer Entfaltung als *„Tastkörperchen“* bezeichnet werden. Zweierlei Endigungsweisen von specifischer Verschiedenheit dicht neben einander, wie sie jene oben angedeutete Hypothese fordern würde, hat man nirgends aufgefunden.

Die so durch Vertiefung der anatomischen Kenntniss immer vergrösserte Schwierigkeit der Erklärung, wie dieselbe Nervenfaser ganz verschieden geartete Empfindungen dem Centralorgan übermittelt, liess zuletzt Zweifel in mir entstehen, ob denn Temperaturempfindungen und Berührungsempfindungen wirklich so wesentlich verschieden seien, wie sie dem unmittelbaren Bewusstsein erscheinen. Versuchen, dachte ich, kann man es immerhin einmal, ob nicht möglicherweise Berührungseindrücke und Temperatureindrücke einander zum Verwechseln ähnlich gemacht werden können. Und in der That, das Versuchen war nicht vergeblich. So befremdend es klingen mag: *Man kann Temperaturreize und Berührungsreize verwechseln.* Temperaturempfindung und Berührungsempfindung sind also nicht im Element und Wesen verschieden.

Ich theile nachstehend das Wichtigste von den Versuchsreihen mit, die ich in Gemeinschaft mit meinem jungen Freund und Schüler, Herrn Arnold Wunderli, anstellte, und welche derselbe in seiner Inauguralabhandlung beschrieben hat. Wir haben verschiedene Körperstellen geprüft und zwar in folgender Weise. Den Reiz suchten wir auf eine recht kleine Hautstelle einzuschränken. Es wurde zu dem Ende ein Hautstück mit einem schlechten Wärmeleiter bedeckt und darin ein kleines Loch angebracht. Zuerst dachten wir als Bedeckung eingetrocknetes Collodium zu verwenden. Doch ist dies durchaus ungeeignet wegen der zu starken Zusammenziehung. Am besten dient einfach starkes Papier, das man möglichst faltenlos an die zu untersuchende Hautstelle leicht andrückt. Die Oeffnung darin, durch welche der Reiz wirkte, hatte verschiedene Grössen bis zu 5 Mm. Durchmesser an Hautstellen mit wenig entwickeltem Ortssinne. Als Reize der einen Art dienten leichte Berührungen mit verschiedenartigen Körpern, mit einem Pinsel, mit einer Baumwollenflocke, mit einem zugespitzten Holzstäbchen. Da alle diese Körper sehr schlechte Wärmeleiter und noch dazu ihre Temperatur von der Hauttemperatur nicht sehr verschieden war, so konnte keine Nervenreizung durch Temperaturveränderung eintreten. Um andererseits Temperaturreiz hervorzubringen, diente ein in die Nähe der unbedeckt gelassenen Hautstelle gebrachtes erwärmtes Metallstückchen, dessen Wärmestrahlung die Temperatur derselben erhöhte. Die dem Versuch unterworfene Person wurde nun in der einen und der andern Weise in unregelmässiger Aufeinanderfolge gereizt und musste mit abgewandten Augen angeben, ob der Reiz eine Berührung oder eine Temperaturerhöhung gewesen sei. Es versteht sich wohl von selbst, dass niemals der Reiz bis zur Schmerzhaftigkeit gesteigert wurde, denn das ist ja eine längst anerkannte Thatsache, dass im Schmerz durch Gefühlsnervenerregung die qualitativen Verschiedenheiten verschwinden.

Folgendes sind die Resultate der in der beschriebenen Weise angestellten Versuchsreihen. Lag die gereizte Hautstelle in der vola manus (et digitorum) oder im Gesichte, so täuschte sich die dem Versuch unterworfene Person *niemals* über die Art des angebrachten

Reizes, die unbedeckt gelassene Hautstelle mochte noch so klein genommen werden. Zweitens wurde der Handrücken untersucht. Hier kamen schon Täuschungen vor. Der eine von uns machte in einer Reihe von 60 Reizungen 4 Mal, der andere in einer Reihe von 45 Reizungen 2 Mal falsche Angaben. Jedesmal (wie auch in allen folgenden Fällen) ging der Irrthum dahin, dass der Untersuchte behauptete, berührt worden zu sein, während in Wirklichkeit ein Wärmereiz gewirkt hatte. Es ist noch zu bemerken, dass unter den Reizungen jeder Reihe etwas weniger als die Hälfte Wärmereizungen waren. Ebenso häufig kamen Täuschungen vor auf der Streckseite des Oberarms, beim einen 3 Täuschungen auf 48 Versuche, beim andern eine auf 31 Versuche. Am ganzen Unterarm und auf der Beugeseite des Oberarms haben wir keine Täuschung beobachtet, haben übrigens für diese Hautstellen auch keine sehr ausgedehnten Versuchsreihen unternommen. Auffallend zahlreich werden die Täuschungen am Rücken. Hier — seitwärts von der Brustwirbelsäule — ergab eine Reihe von 11 Versuchen 8 Täuschungen (im oben angezeigten Sinne) und beim Andern 4 Täuschungen auf 19 Versuche. Ueber den Lendwirbeldornfortsätzen irrte der Eine bei 29 Reizungen 6 Mal, der Andere bei den ersten 7 Reizungen schon 4 Mal, daher die Reihe gar nicht weiter fortgesetzt wurde. Dass wir überhaupt die Versuchsreihen nicht in's Ungemessene ausgedehnt haben, daraus wird man uns hoffentlich keinen Vorwurf machen. Ist doch eigentlich eine einzige ganz unzweifelhafte, entschiedene Täuschung ausreichend, die Nichtidentität der beiden Empfindungsarten zu widerlegen. Es kann hiergegen nicht etwa geltend gemacht werden, dass man ja auch Gefühlseindrücke auf der Zunge mit Geschmackseindrücken verwechsele, obwohl Geschmack und Gefühl sicher verschiedene Sinnesenergieen seien. Die Verwechselung liegt in der That hier nur im Sprachgebrauch, nicht in der Sache. Denn wenn Jemand z. B. einen stechenden *„Geschmack“* zu haben angiebt, ohne dass vielleicht überhaupt eine Faser des eigentlichen *Geschmacks*nerven in Erregung ist, so bedient er sich nur eines ungenauen Ausdruckes. Er wird niemals *stechend* mit *bitter* verwechseln — obwohl beide Eindrücke möglicherweise durch dieselbe Substanz hervorgebracht werden könnten.

Zu den obigen Versuchen muss noch bemerkt werden, dass unter den nicht als Täuschungen gezählten Fällen viele waren, wo der Untersuchte angab, nicht über die Empfindungsqualität im Klaren zu sein, zuletzt aber doch den Reiz richtig bezeichnete — vielleicht bloss durch Zufall.

Die mitgetheilten Versuche dürften wohl eine wesentliche Stütze für diejenige Theorie der verschiedenen Wahrnehmungen im Bereiche des Gefühlssinnes abgeben, welche sich Jedem aufdrängt, der die allgemeinen Principien der Nervenphysiologie auf die über die Gefühlsorgane bekannten anatomischen Thatsachen anwendet. Ich will diese Theorie im Folgenden noch kurz entwickeln und hervorheben, wie die mitgetheilten sowohl negativen als positiven Versuchsergebnisse dieselbe bestätigen.

Wir gehen von der Voraussetzung aus: alle Gefühlsnervenfasern sind mit gleicher specifischer Energie begabt, welche eben Gefühl schlechthin genannt werden mag. In anderen Worten heisst dies: Wenn irgend eine Gefühlsnervenfaser von irgend einem Reiz irgendwo in den Erregungszustand versetzt wird, so hat die Seele eine elementare Empfindung — sie mag ein Gefühlselement genannt werden — welche keine qualitativen Unterschiede zulässt. Mag also eine im Finger endigende oder eine im Bein endigende Faser in den Erregungszustand versetzt werden durch Wärmereiz oder durch elektrischen oder durch jeden beliebigen andern, mag der Reiz an der Peripherie, mag er im Verlaufe der Faser angebracht sein — allemal entsteht in der Seele *einfach ein Gefühlselement,* welches *qualitativ* im einen Falle wie im andern beschaffen ist *). Dagegen können zwei Gefühlselemente *quantitativ* verschieden sein, je nachdem die ihnen zu Grunde liegenden Erregungszustände der Nervenfasern stärker oder schwächer sind.

*) Lotze nimmt bekanntlich für die von verschiedenen Gefühlsfasern gelieferten Empfindungselemente eine qualitative Verschiedenheit in Anspruch und gründet darauf den Ortssinn. Indessen wird er selbst gewiss zugeben, dass diese Verschiedenheit jedenfalls nicht zu vergleichen ist mit der Verschiedenheit zwischen Lichtempfindung und Schallempfindung und von Verschiedenheiten dieser Gattung ist hier die Rede.

Die Gefühlsnervenfasern bilden, ehe sie die Peripherie erreichen, Plexus. Jede derselben theilt sich und endet in einer Anzahl von Endorganen, die in einem gewissen mehr oder weniger grossen Raume vertheilt liegen. In demselben Raume liegen allemal auch Endorgane von verschiedenen *andern* Gefühlsnervenfasern. Ueberdies haben wir zwei Systeme von solchen Endorganen, *unmittelbar* unter der Epidermis die Endkolben (Tastkörperchen), *tiefer* im subcutanen Gewebe die Vater'schen Körperchen. In diesen anatomischen Einrichtungen zusammengehalten mit der *quantitativen* Abstufung der Gefühlselemente haben wir nun — glaube ich — das Material zur Bildung der scheinbar *qualitativ* verschiedenen Eindrücke des Berührungsgefühles, des Temperaturgefühles und des Druckgefühles.

In der That wirkt irgend ein Reiz, sei es Temperaturveränderung, sei es Berührung (d. h. ein sehr leiser Druck), sei es ein stärkerer Druck auf die Haut ein, so werden regelmässig *viele* Nervenfasern in den Erregungszustand kommen. Eine wirkliche Gefühlswahrnehmung wird also regelmässig aus *vielen Gefühlselementen* zusammengesetzt sein. Im Allgemeinen werden auch diese Gefühlselemente von ungleicher Stärke sein. *Die bestimmte räumliche Nebeneinanderordnung stärkerer und schwächerer Gefühlselemente prägt nun — glaube ich — den zusammengesetzten Wahrnehmungen den bestimmten Charakter auf.* So würde die Seele vermöge der Erfahrung auf Anwesenheit eines Druckes im engeren Sinne schliessen, sobald die Wahrnehmung zusammengesetzt ist aus stärkeren Erregungen im oberflächlichen System und aus schwächeren Erregungen im tieferen System der Gefühlsnervenfasern. Durch Temperaturänderung und Berührung können nur Fasern des oberflächlichsten Systems in Erregung kommen. Daher fehlen diese beiden Empfindungsarten an Narben, wo das oberflächliche Hautgewebe mit den Endkolben der Nerven zerstört ist, während daselbst das Druckgefühl erhalten ist. Der Unterschied zwischen Temperaturgefühlen und Berührungsgefühlen wird aber ebenso wieder bedingt durch die Verschiedenheit in der räumlichen Anordnung der Intensitätsabstufung der Erregungen, welche vielen Nervenfasern des oberflächlichen Systems zu Theil werden wegen der verschiedenen Verbreitungsart der beiden Reize. Ich kann nach den bisherigen Ver-

suchen nicht angeben, *welche bestimmte* Anordnung der Reizabstufung durch eine Temperaturänderung der Haut, und welche durch eine Berührung derselben hervorgebracht wird. Dass aber diese Anordnung bei den beiden Reizarten im Allgemeinen einen ganz verschiedenen Charakter zeigen wird, liegt auf der Hand. Man kann wohl auch von vornherein allerlei Vermuthungen darüber begründen. Eine Temperaturänderung wird wahrscheinlich eine mehr allmälige Abstufung der Erregungsstärken in benachbarten Nervenfasern bedingen, als eine Berührung, die vielleicht immer einzelne an vertieften Stellen der Haut endigende Nervenfasern ganz unerregt lässt. Ich will übrigens auf diese Vermuthung, sowie auf noch andere, die sich aufstellen liessen, einstweilen kein Gewicht legen. Man kann auch, ohne von dem bestimmten Hergange eine Vorstellung zu unterstellen, aus unseren Voraussetzungen den Schluss ziehen: Je *weniger* Nervenfasern von dem Reize überhaupt betroffen werden, um so *weniger charakteristisch* kann der Unterschied in der Abstufung der Erregungszustände sein, um so wahrscheinlicher wird es also, dass eine Temperaturempfindung einer Berührungsempfindung *ähnlich* wird, um so leichter kann sich daher die Seele über die Natur des äusseren Reizes täuschen. Gelingt es sogar, *nur eine einzige* Faser in den Erregungszustand zu bringen, so ist der Seele nach unseren Voraussetzungen überhaupt jede Möglichkeit abgeschnitten, zu beurtheilen, *wodurch* die Erregung hervorgebracht wurde.

Wir haben daher in unsern Versuchen gestrebt, den Reiz auf eine möglichst kleine Hautstelle zu beschränken. An den Fingern aber und im Gesicht, wo die Verbreitungsbezirke so überaus klein sind und die Endorgane so dicht gedrängt liegen, wird die räumlich beschränkteste Reizung immer noch eine grosse Anzahl von Nervenfasern erregen. Daher sich hier der Charakter der räumlichen Abstufung der Erregungsstärken nicht leicht verwischen wird. In der That haben wir in unsern Versuchen an diesen Körperstellen auch nie eine Täuschung erfahren. Die Täuschungen nahmen an Zahl zu beim Uebergange zu andern Körperstellen in demselben Verhältnisse, wie dabei der Ortssinn, d. h. der Nervenfaserreichthum abnahm. Das ist aber ganz im Sinne der hier vertretenen Annahme über das

Wesen des Unterschiedes zwischen Temperaturgefühl und Berührungsgefühl. Am Rücken war eigentlich, wie schon oben angedeutet wurde, gar kein sicheres Urtheil mehr möglich, ob die räumlich beschränkte Reizung durch Wärme oder Berührung hervorgebracht war. Die Fälle von richtigen Angaben waren vielleicht nur Fälle richtigen Rathens, worüber spätere ausgedehntere Versuchsreihen, nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung verwerthet, bestimmten Aufschluss geben könnten. Vielleicht wird eben am Rücken von dem örtlichen Reize jedesmal nur eine oder doch nur eine *sehr* geringe Zahl von Fasern betroffen.

XXI.

Untersuchungen über den Einfluss der Vagus-Reizung auf die Häufigkeit des Herzschlags.

Von

Jac. Moleschott [1]).

I. Einleitende historische Bemerkung.

Nur wenige Thatsachen im Gebiete der Nervenphysiologie haben, sogleich als sie bekannt wurden, eine so grosse Aufmerksamkeit erregt, wie die von E. Weber und J. Budge im Jahre 1845 entdeckte, dass es eine Art giebt, den Vagus zu reizen, bei welcher alsbald das Herz zum Stillstand gezwungen wird. Die Angabe, dass der Vagus unter der Einwirkung hinlänglich starker Wechselströme diesen Einfluss auf das Herz ausübt, wurde zuerst von Weber veröffentlicht, von Budge, der seinerseits die Entdeckung selbständig

[1]) Diese Arbeit wurde in den Herbstferien des Jahres 1860 mit den Herren E. Hufschmid von Nesselnbach (Aargau) und Otto Oesterlen von Stuttgart begonnen, und nachdem Herr Oesterlen zum Beginn des Winter-Semesters nach Tübingen abgereist war, mit den Herren Hufschmid, A. Gascard von Koppenhagen, R. Nauwerck von Berlin und B. Schlatter von Schaffhausen fortgesetzt. Ich erfülle die angenehmste Lehrerpflicht, indem ich den genannten Herren öffentlich danke für den unermüdlichen Eifer und die rege Theilnahme, womit sie mich bei Anstellung der Versuche unterstützt haben.

gemacht hatte, sogleich genauer und richtiger umschrieben, und die Thatsache wurde dann sehr bald das Besitzthum nicht nur der experimentirenden Physiologen, sondern der gesammten medicinischen Welt, weil es kaum einen interessanteren Versuch giebt, der sich sicherer für physiologische Vorlesungen verwerthen liesse, als eben eine solche elektrische Reizung des Vagus, bei welcher das Herz auf eine Zeit lang zu schlagen aufhört.

Zu der Zeit, als die Weber-Budge'sche Entdeckung bekannt ward, huldigte man ziemlich allgemein der Ansicht, dass der Sympathicus das Herz mit motorischen Fasern versorge, und es war daher ein sehr natürlicher Ausdruck der damals in der Physiologie noch so mächtigen teleologischen Methode, dass man im ersten Jubel den wichtigen Fund unter das Dach einer Formel brachte, welche nichts mehr und nichts weniger aussprach, als die Lehre, dass es nicht bloss Bewegung vermittelnde, sondern auch Bewegung verhindernde Nerven gebe: der Sympathicus sei der Bewegungsnerve des Herzens, der Vagus dessen Zügelnerv.

Ist nun mit dieser Formel unsre Kenntniss von dem Verhältniss der Nerven zur Herzbewegung wirklich in Sicherheit gebracht, oder ist sie nur ein dürftiges Nothdach, das man je eher, je lieber durch ein besseres ersetzen sollte? Man mag die Stimmen, welche die erste Hälfte dieser Frage bejahen, zählen oder wägen, — in beiden Fällen wird man zugeben, dass die Behauptung, der Vagus sei der „Hemmungsnerv" des Herzens, den Schutz einer sehr gewaltigen Autorität geniesst.

Der Gegensatz, den man zwischen Vagus und Sympathicus hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Herz gemacht hat, muss zunächst auffallen, da die Frage, ob Reizung des sympathischen Nerven die Thätigkeit des Herzens anregt oder lähmt, bisher auf so verschiedene Weise beantwortet ward, dass eine Entscheidung nur als eine Abstimmung für oder wider die betreffenden Gewährsmänner anzusehen ist. Aber auch die ausgedehnte Anerkennung, deren sich die dem Vagus zuertheilte Hemmungsrolle erfreut, muss gerechtes Erstaunen erwecken, da Schiff schon im Jahre 1849 darauf hingewiesen hat, dass gelinde Reizung des herumschweifenden Nerven die Häufigkeit

der Herzschläge vermehrt; während der Herzschlag nur dann seltner wird oder ganz aufhört, wenn erschöpfende Reize zur Anwendung kommen; und das Erstaunen wächst, wenn man weiss, dass ein so erfahrener Forscher, wie Schiff, mehrfach auf seinen Ausspruch zurückgekommen ist [1]).

Mir war es bei Vorlesungsversuchen mehrfach begegnet, dass elektrische Reizung des Vagus entweder keinen Stillstand des Herzens hervorrief oder gar den Herzschlag häufiger machte, während Stillstand eintrat, wenn die Reizung öfter wiederholt, oder durch stärkere Wechselströme eingeleitet wurde.

Seitdem hat Pflüger die Angabe Schiff's, dass schwache Reizung des Vagus die Häufigkeit des Herzschlags vermehrt, bestritten [2]). Pflüger's Angriff gegen Schiff's Erfahrungen fand mehrfach Unterstützung. Und von anderen Seiten fährt man fort, auf dem Satze, dass der Vagus des Herzens Zügelnerve ist, weiter zu bauen, als wenn es sich hier um einen Zweifel nicht mehr handelte.

Pflüger hat sich durch seine Untersuchungen über den Elektrotonus einen hervorragenden Platz unter den deutschen Physiologen errungen, und auf der anderen Seite hat Schiff über einen Schatz von Erfahrungen zu verfügen, wie er wohl nur sehr selten zwei oder drei anderen Forschern zusammengenommen zu Gebote steht; ich fühlte mich daher dringend veranlasst, mir eine breitere Grundlage von eigenen Versuchen zu verschaffen, um mein Scherflein dazu beizutragen, einen Punkt, der für jeden Arzt eine so ausserordentliche Wichtigkeit besitzt, in's Reine zu bringen.

Diese Abhandlung ist dazu bestimmt, meine Erfahrungen darin niederzulegen; in einer anderen, die bald nachfolgen wird, will ich die Theorie der Vaguswirkung erörtern.

---

[1]) Siehe Schiff, Archiv für physiologische Heilkunde, Jahrgang VIII, S. 211 und folg.; Lehrbuch der Physiologie des Nervensystems, Lahr, 1858, S. 417; diese Untersuchungen Bd. VI, S. 201 und folg.

[2]) Pflüger, Archiv für Anatomie und Physiologie, von Reichert und Du Bois-Reymond, Jahrgang 1859, S. 17—19.

II. Elektrische Reizversuche.

1. Methode.

Wenn man auf elektrischem Wege durch Reizung des herumschweifenden Nerven vermehrte Häufigkeit des Herzschlags erzielen will, dann kommt es vor allen Dingen darauf an, dass man es in seiner Hand habe, eine sichere Abstufung des Reizes zu bewirken. Um dies bei Fröschen zu erreichen, bedarf es nur des Schlittenapparats von Du Bois-Reymond, da man bei Anwendung eines einzigen Daniell'schen oder selbst Grove'schen Elements, durch blosses Auseinanderschieben der Rollen eine hinlängliche Abschwächung des Reizes hervorbringen kann. Anders bei Kaninchen. Hier ist es nothwendig, selbst wenn die einander zugewendeten Flächen der primären und der secundären Rolle bis auf 28 Centimeter von einander entfernt sind, eine fernere Schwächung der eingeleiteten Wechselströme durch das Princip der Nebenschliessung zu vermitteln.

Zu dem Ende bediente ich mich eines Rheostaten aus der Werkstatt der Herren Siemens und Halske in Berlin. Derselbe ist so eingerichtet, dass man damit einen beliebigen Widerstand von 1 bis 10,000 Einheiten in den Stromkreis einschalten kann, die Einheit gleich 1 Meter Quecksilber von 1 M. M. Querschnitt.

Der Apparat besteht nämlich aus zwei Haupttheilen, a) aus sechszehn Rollen von Neusilberdraht, deren Widerstand 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 50, 100, 100, 200, 500, 1000, 1000, 2000, 5000 Einheiten entspricht, und b) aus einem Commutator, welcher mit den Drahtrollen leitend verbunden ist. Die Drahtrollen befinden sich in einem Kasten von Mahagoniholz, und auf diesem Kasten ist der Commutator angeschraubt [1]).

---

[1]) Ich verdanke die Zeichnungen des Rheostaten den Herren Siemens und Halske selbst, die denselben eine kurze Beschreibung beifügten, an welche ich mich im Text gehalten habe, nur so viel erweiternd als es für Leser, denen der Apparat nicht vorliegt, nöthig schien. Der Preis des Rheostaten ist 50 Thlr.

Fig. 1.

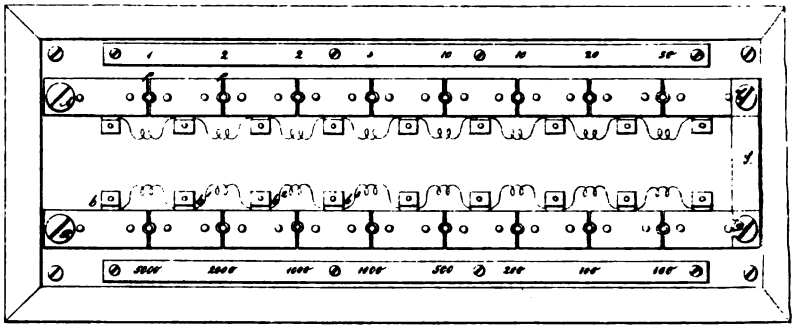


Fig. 2.

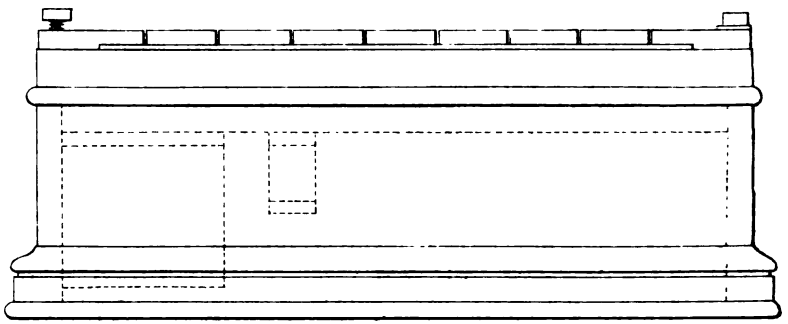


Fig. 3.

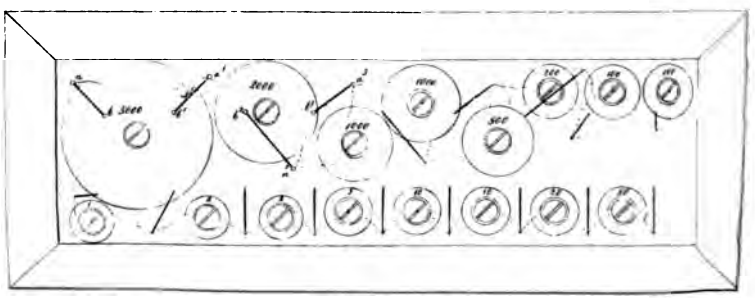


Fig. 1 stellt den Rheostaten in oberer, Fig 2 in Seiten-, Fig. 3 in unterer Ansicht dar, nachdem die untergeschraubte Bodenplatte entfernt ist.

Aus Fig. 1 ist die Construction des Commutators zu ersehen. Er besteht aus zwei Metallschienen, deren jede in neun Theile getheilt ist. Die einander zugekehrten Enden der Theilstücke, welche einander nirgends berühren, enthalten einen bogenförmigen Ausschnitt, und die Ausschnitte der benachbarten Schienenabtheilungen stehen einander so gegenüber, dass sie mitsammt der Lücke, die zwischen den Schienenstücken übrig bleibt, einen cylindrischen Hohlraum umfassen, in welchem ein messingener Stöpsel passt, der mit einer elfenbeinernen Handhabe versehen ist. Es sind 16 Stöpsellöcher und ebenso viele Stöpsel da. Stecken die Stöpsel in den Löchern, dann sind die Schienenabtheilungen unter einander leitend verbunden, und die Schiene S verbindet die beiden Hauptschienen mit einander. An jedem Schienentheil ist eine Schraube befestigt, mit welcher die Drahtenden der im Innern des Kastens liegenden Rollen festgeklemmt sind. Zwischen je zwei dieser Schrauben ist also eine Rolle eingespannt, welche allemal einen solchen Widerstand hat, wie die Zahl vor dem Stöpselloch angiebt. Wenn nun die Klemmschrauben A und B die zu- und ableitenden Drähte aufnehmen, dann wird, so lange die sämmtlichen Stöpsel in den zugehörigen Löchern stecken, nur ein sehr geringer Widerstand in den Stromkreis eingeschaltet, da die Schienen bei einem grossen Querschnitt eine geringe Länge besitzen. Entfernt man dagegen einen oder mehre Stöpsel, dann sind so viel Einheiten Widerstand eingeschaltet, wie die *Summe* derjenigen Zahlen angiebt, welche vor *den* Stöpsellöchern stehen, in denen *keine* Stöpsel stecken.

Der Commutator ist, wie Fig. 1 ergiebt, so eingerichtet, dass zwischen den 2mal 9 Schienenstücken 2mal 8 Widerstandsrollen angebracht werden können. Die Aufstellung und Verbindung dieser Rollen unter sich sowohl, wie mit dem Commutator, erhellt aus Fig. 3, in welcher die punktirten Linien die Enden der Drahtrollen, die ausgezogenen die Verbindungen mit den Klemmschrauben des Commutators angeben. Es sind also zum Beispiel die Enden der Rollen von 5000 und 2000 Einheiten in dem Punkte a' an einen

starken Kupferdraht K gelöthet, welcher wiederum in b' an der entsprechenden Stelle des Commutators befestigt ist. Ein Gleiches ist bei a^2 b^2 der Fall, u. s. w.

Ein Blick auf die Zahlen in Fig 1 lehrt, dass dieselbe Anzahl von Einheitssummen gegeben ist, wie in den Gewichten bei einer Wage, und eine kurze Ueberlegung genügt, um einzusehen, dass man durch richtige Combination dieser Zahlen jede beliebige Anzahl Widerstandseinheiten von 1 bis 10,000 einschalten kann.

Ueberall, wo Angaben über den Widerstand in der Nebenschliessung zu machen sind, wird dies einfach durch Anführung einer Zahl geschehen, welche nach der obigen Auseinandersetzung Meter Quecksilber von 1 M. M. Querschnitt bedeutet. War der Rheostat mit allen Stöpseln eingeschaltet, dann soll dies durch „vollkommene Nebenschliessung" angegeben werden. Die Nebenschliessung wurde bei Anwendung der Inductionsreize immer in den secundären Kreis aufgenommen. Je weniger Widerstandseinheiten als Nebenschliessung eingeschaltet waren, desto schwächer war natürlich die Reizung.

Ebenso ist eine Verständigung nöthig über die Bezeichnung des Rollenabstandes, bei welchem die Reizung vorgenommen wurde. Wenn die einander zugewandten Flächen der beiden Drahtrollen am Schlitten einander berühren, dann ist offenbar ihr Abstand gleich Null. Von Null an wurde die Bahn, auf welcher die secundäre Drahtrolle hin- und hergeschoben werden kann, nach beiden Seiten in Centimeter eingetheilt, deren Zahlen mit dem Pluszeichen aufgeführt werden sollen, wenn die secundäre Rolle von der primären entfernt ward, mit dem Minuszeichen, wenn die Rollen mehr oder weniger weit über einander geschoben waren. Bei — $8^1/_2$ C. M. deckte die secundäre Rolle die primäre ganz.

Als Elektroden, die den elektrischen Strom dem Vagus zuführten, dienten Platindrähte, welche auf Glasplättchen von der Form eines sehr spitzwinkligen Dreiecks aufgekittet waren mittelst eines geschmolzenen Gemenges von 2 Gewichtstheilen Colophonium und 1 Theil gelbes Wachs. Diese Form der Glasplatten, die für Kaninchen und Frösche verschiedene Dimensionen hatten, gestattete es leicht, die Elektroden unter den Nerven zu schieben, und weil die Platindrähte

auf der Glasplatte in der Nähe der Seitenränder verliefen, also von der Spitze des Dreiecks nach dessen Basis divergirten, so genügte eine Verschiebung des Plättchens, um den Elektrodenabstand grösser oder kleiner zu machen. War das Elektrodenplättchen unter den Nerven gebracht, dann wurde ein trocknes Kautschuckröhrchen über die Spitze desselben geschoben, um zu verhüten, dass es bei unvorhergesehenen Bewegungen des Thiers unter dem Nerven wegglitt. An der Basis des dreieckigen Glasplättchens waren die Platindrähte mit versilberten Schnüren (Pfeifenkordel) verbunden, die, mit kleinen Stücken enger Glasröhren bedeckt, immer von einander isolirt blieben und mittelst Kupferstifte in die Quecksilbernäpfchen tauchten, welche die Elektroden der secundären Rolle des Schlittenapparats aufnahmen.

Die galvanische Vorrichtung, welche den Hammer des Inductionsapparats in Bewegung setzte, war meistens ein Daniell'sches Element, das in seinem Thontrog mit Schwefelsäure 20 % oder 10 %, bisweilen auch nur mit Wasser geladen war. In anderen Fällen wurde 1 Grove'sches Element benutzt, das Platin von starker Salpetersäure, das Zink von 20procentiger Schwefelsäure umspült.

Weil die Kaninchen sehr schreckhaft sind, so musste ich sie, um reine Resultate zu erzielen, an das Geräusch des schwingenden Hammers gewöhnen. Mit wenigen Ausnahmen, bei denen dies ausdrücklich bemerkt werden soll, wurde daher der Inductionsapparat während der ganzen Versuchsdauer in Thätigkeit erhalten. Vor der Reizung tauchten nur die Drahtstifte des Elektrodenplättchens und die Drähte des Rheostaten in die Quecksilbernäpfchen, die zur sicheren Führung der Drähte mit Korken verschlossen waren, durch welche enge Glasröhren in das Quecksilber führten. Die Drahtenden der secundären Rolle wurden erst dann in die Quecksilbernäpfchen getaucht, wenn die Reizung beginnen sollte.

Die Pulsfrequenz der Kaninchen ist so gross, dass ihre Zählung eine unermüdliche Aufmerksamkeit erfordert. Um diese zu sichern, zählte vom Augenblick, wo ich das Zeichen gab, einer der Gehülfen von 1 bis 10, dann löste ihn der andere ab, der gleichfalls 1, 2, 3 u. s. w (nicht eilf, zwölf, dreizehn) zählte und, wenn er bei

10 angekommen war, 20 sagte, dann wieder der erste: 1, 2, 3 u. s. w., bis 30 u. s. f. — immer laut, so dass jeder Irrthum von den nicht zählenden Gehülfen sogleich berichtigt wurde. Derjenige, der die Wechselströme in den Nerven einzuleiten hatte, war vom Zählen dispensirt. War das Ende einer Minute erreicht, dann gab ich mit dem Worte Null das Signal zu einer neuen Zählung, die allemal von demjenigen begonnen ward, der zuletzt nicht mit Zählen beschäftigt war.

Bei den Kaninchen wurden die Herzschläge nach Schiff's Methode [1]) mittelst einer in das Herz gesteckten Insektennadel gezählt, an welcher ein leichter mit rother Seide umsponnener Draht als Zeiger befestigt war. Bei den Fröschen, deren Herz ohnehin bloss lag, wurde der Herzschlag unmittelbar beobachtet.

Die Nerven wurden durch ein Gemenge von Hühnereiweiss mit 3 bis 5 Raumtheilen Wasser feucht erhalten.

2. Versuche an Kaninchen.

Versuchsthier A.

Am 23. August 1860 wurde einem Kaninchen der rechte Vagus blossgelegt, und ohne vorherige Durchschneidung zu Reizversuchen benutzt.

Bevor die im Versuchsplan liegenden Reizversuche begannen, wurde vermittelst eines Grove'schen Elementes bei einem Rollenabstand von — $8^1/_2$ C. M. dreimal Stillstand des Herzens erzeugt.

Darauf begannen die eigentlichen Versuche. Die Reizung wurde nur alle drei Minuten wiederholt, und die Wechselströme mit einzelnen Ausnahmen dadurch eingeleitet, dass das galvanische Element, welches den Hammer des Inductionsapparats in Bewegung setzte, geschlossen ward. Erst bei dieser Versuchsreihe wurde meine Aufmerksamkeit durch Hrn. Hufschmid darauf geleitet, dass das Thier beim Schliessen der Rolle über das Geräusch des Hammers zu erschrecken schien. Deshalb blieb ein Paar Mal der Inductionsapparat auch während der dem Nerven vergönnten Ruhe in Thätigkeit, und die Rei-

[1]) Schiff, Experimentelle Untersuchungen über die Nerven des Herzens, Archiv für physiologische Heilkunde, Jahrgang VIII (1849), S. 174.

zung wurde also durch das Schliessen der secundären Strombahn vermittelt. Diese Versuche sind dadurch ausgezeichnet, dass dem Worte Ruhe in Klammern die Angabe: „mit Geräusch“ beigesetzt ist.

Die römischen Zahlen I, II, III, IV bedeuten ein- für allemal erstes, zweites, drittes, viertes Viertel der Minute, und die darunter stehenden Zahlen die Herzschläge, welche während der Minute fortlaufend gezählt wurden. Auf meiner Uhr sind die beiden ersten Quadranten, die der Secundenzeiger zu durchlaufen hat, etwas kleiner als der dritte und vierte. Da aber die Zählung immer bei 0 begann, so sind die unter einander stehenden Zahlen direct mit einander zu vergleichen.

In der Rubrik: „Elektrodenabstand“ ist die Länge des durch die Wechselströme erregten Nervenstücks angegeben.

Tabelle. I.

Nummer der Beobachtung.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1					Ruhe	51	99	146	195
2	1 Daniell mit Wasser	28 C. M.	1 Meter	10 M. M.	Reizung	56	110	165	220
3					Ruhe	55	107	157	210
4	„	„	2 „	„	Reizung	56	110	167	222
5					Ruhe	55	107	157	210
6	„	„	3 „	„	Reizung	55	109	163	220
7					Ruhe	53	100	151	200
8	„	„	4 „	„	Reizung	57	111	167	222
9					Ruhe	54	104	152	204
10	„	„	10 „	„	Reizung	55	110	162	220
11					Ruhe (mit Geräusch)	54	105	154	208
12					Ruhe	47	92	138	185
13	„	„	50 „	„	Reizung	57	109	161	216
14					Ruhe	47	97	150	202
15	„	„	100 „	„	Reizung	55	111	171	235
16					Ruhe	51	102	156	209
17	„	„	150 „	„	Reizung	51	107	165	223
18					Ruhe (mit Geräusch)	50	101	156	212
19	„	„	200 „	„	Reizung	52	108	166	223

Hierauf wurde mit einem Grove'schen Element bei einem Rollenabstand von — $8^1/_2$ C. M. gereizt, wodurch Stillstand des Herzens hervorgebracht ward.

Jede Reizung bewirkte also eine erhebliche Frequenzvermehrung, die im Minimum (No. 5 auf 6) 10, und im Maximum (14 auf 15) 33 Schläge in der Minute betrug. Im letztgenannten Fall ergab sich eine Vermehrung von 202 auf 235 Schläge, was also einer Zunahme um beinahe $^1/_6$ der ursprünglichen Zahl gleich kommt.

Versuchsthier B.

Am 24. October, Vormittags 11 Uhr, wurde ein weisses Kaninchen auf das Vivisectionsbrett gespannt.

Vor Anstellung der Reizversuche und vor der Blosslegung des Vagus wurden einige Zählungen angestellt, um die Wirkung des Geräusches zu beobachten. Als einmal die auf die Reizung bezügliche Beobachtungsreihe begonnen hatte (von No. 10 an), bestand das Geräusch allemal auch während der Ruhe des Nerven ununterbrochen fort.

Tabelle II.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11h. 6′	Vor der Operation				Ruhe ohne Geräusch	55	110	168	225
2	„ 9′	„	„	„		Ruhe mit Geräusch	52	108	162	218
3	„ 12′	„	„	„		Ruhe ohne Geräusch	51	104	161	221
	„ 17′	Rechter Vagus blossgelegt.								
4	„ 19′					Ruhe ohne Geräusch	61	—	187	246
5	„ 26′	1 Grove	0	0	10 M. M.	Reizung	0			
6	„ 27′					Ruhe ohne Geräusch	46	93	149	200
7	„ 28′					Ruhe mit Geräusch	51	104	161	206
8	„ 29′									
		1 Daniell Schwefelsäure 10%				Ruhe ohne Geräusch	53	107	166	222
9	„ 30′		28 C.M.	0	„	Reizung	51	103	161	214
10	„ 31′					Ruhe mit Geräusch	52	104	161	215
11	„ 32′	„	„	vollkommen		Reizung	51	104	158	214

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
12	11h.48′					Ruhe	50	101	155	208
13	„ 49′	„	„	10 Met.	„	Reizung	51	106	165	225
14	„ 50′					Ruhe	50	101	157	212
15	„ 57′					„	52	104	160	216
16	„ 58′	„	„	5 „	„	Reizung	51	106	164	221
17	„ 59′					Ruhe	51	103	158	212
18	12h. 9′					„	54	107	158	209
19	„ 10′	„	„	20 „	„	Reizung	51	106	158	211
20	„ 18′					Ruhe	41	86	129	170
21	„ 19′					„	42	90	139	184
22	„ 20′					„	43	89	137	182
23	„ 30′			•		„	46	91	141	189
24	„ 31′	„	„	25 „	„	Reizung	45	94	147	201
25	„ 32′					Ruhe	47	96	145	195
26	„ 33′					„	46	95	145	192
27	„ 34′	„	„	35 „	„	Reizung	46	99	152	202
28	„ 35′					Ruhe	50	110	161	212
		1 Daniell, Schwefels.								
29	„ 36′	10 %	„	„	„	Reizung	52	110	166	221
30	„ 37′					Ruhe	49	103	156	206
31	„ 38′					„	50	100	153	207
32	„ 39′	„	„	„	„	Reizung	51	104	161	219
33	„ 40′					Ruhe	50	100	151	204
34	„ 41′	1 Grove	— $8^1/_2$	0	„	Reizung	0			

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dass Reizung bei einem Rollenabstand von 28 C. M. ohne Nebenschliessung zu stark (No. 9), und eine solche mit vollkommener Nebenschliessung zu schwach war (No. 11). Auch eine Reizung, bei welcher nur 5 Widerstandseinheiten als Nebenschliessung eingeschaltet waren, liess noch zu wenig vom elektrischen Strom durch den Nerven abfliessen, um eine erhebliche Frequenzvermehrung zu bewirken (Nr. 15, 16). Bei einer Nebenschliessung mit 25 und mit 35 Widerstandseinheiten wurde die Zahl der Pulsschläge um 9 (No. 29) bis 17 (No. 13) in der Minute vermehrt. No. 19, bei einer Einschaltung von 20 Widerstandseinheiten, zeigt nur eine sehr geringe Zunahme.

Geht man die Beobachtungen No. 20 bis 33 durch, so findet man, dass in Folge der von Zeit zu Zeit wiederholten Reizung die Frequenz, die bei No. 20 während einer Ruhe von 8 Minuten um 41 Schläge gesunken war, sich auch während der Ruhe auf einer mittleren Höhe behauptet.

Endlich lehrt diese Versuchsreihe, dass man nur zweifelhafte Resultate zu erwarten hat, wenn man die Reizung nur eine halbe oder gar nur eine Viertelsminute fortsetzt; siehe No. 13, 16, 24, 27, 29, 32.

Nachdem die obige Versuchsreihe abgeschlossen war, wurde bei demselben Thier der linke Vagus blossgelegt und dicht unter dem oberen Halsganglion des Sympathicus durchschnitten; das peripherische Ende des Nerven ward nun zu Reizversuchen benutzt.

Tabelle III.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12h.45′					Ruhe	49	99	147	196
2	„ 46′	1 Daniell mit Schwefels. 10 %	28 C.M.	50 Met.	10 M.M.	Reizung	50	101	156	214
3	„ 47′					Ruhe	49	100	154	209
4	„ 48′	„	„	40 „	„	Reizung	51	103	161	216
5	„ 49′					Ruhe	55	112	166	220
6	„ 50′	„	„	100 „	„	Reizung	59	118	173	230

Also auch die Reizung des vom Centrum getrennten Nervenstammes vermehrte jedes Mal die Häufigkeit der Herzschläge. Die Beobachtungen No. 3 und 5 lassen eine erhebliche Nachwirkung der Reizung erkennen. Um so sprechender ist die vermehrte Frequenz, welche dennoch jede neue Anwendung des Reizes hervorbrachte. Gegen die unmittelbar vorangehende Ruhe betrug die Zunahme 7 (No. 4) bis 18 (No. 2) Schläge in der Minute. Der Erfolg war also ebenso gross wie bei der Reizung des unversehrten linken Va-

gus. Hierdurch wird für diesen Fall die Annahme einer Reflexwirkung, welche in dem Hirn-Rückenmarksstamme zu Stande käme, ausgeschlossen.

Versuchsthier C.

31. October 1860. Einem weissen Kaninchen wurde der rechte Vagus blossgelegt; die Reizung erfolgte zunächst am unversehrten Stamm.

Tafel IV.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11h.10′					Ruhe	39	78	121	163
2	„ 11′	1Grove	28C.M.	20 Met.	12M.M.	Reizg.	39	79	121	163
3	„ 12′					Ruhe	42	83	130	176
4	„ 13′	„	„	1 „	„	Reizg.	41	85	132	179
5	„ 14′	„	„	„	„	„	44	90	138	183
6	„ 15′					Ruhe	39	78	119	162
7	„ 16′	„	„	„	„	Reizg.	44	89	137	181
8	„ 17′					Ruhe	39	79	122	164
9	„ 18′	„	„	2 „	„	Reizg.	43	88	135	183
10	„ 19′					Ruhe	39	81	124	167
11	„ 24′					„	34	69	108	147
	Jetzt wurden beide Vagi hoch oben am Halse durchschnitten, und eine halbe Minute nach der Durchschneidung des linken Vagus die Zählung fortgesetzt.									
12	11h.30′					Ruhe	40	83	128	173
13	„ 32′					„	43	88	136	183
14	„ 34′					„	41½	84	129	173½
15	„ 36′					„	39	81	125	168
16	„ 37′	1Grove	28 C.M.	2 Met.	8 M.M.	Reizg. links	41	85	130	176
17	„ 39′					Ruhe	41	84	129	172
18	„ 41′					„	39	81	124	169

Nun wurden die Rollen übereinander geschoben, die gereizte Strecke mass 10 M. M., durch die Reizung (ohne Nebenschliessung) wurde auf der Stelle Herzstillstand hervorgebracht. Als die Kette

geöffnet ward, schlug das Herz wieder wie zuvor. Es wurde wieder auf dieselbe Weise Herzstillstand erzeugt und die Kette geschlossen gehalten, bis das Herz wieder anfing ordentlich zu schlagen, dann — bei unverrückten Elektroden — wieder geschlossen, und nun schlug das Herz fort, als wäre nichts geschehen. Darauf wurde das Elektrodenplättchen nach der Peripherie des Nerven vorgeschoben, und darauf zwang dieselbe Reizung das Herz sogleich zum Stillstand.

Bei Anwendung des Grove'schen Elements erschien in der obigen Versuchsreihe bei einer Nebenschliessung mit 20 Widerstandseinheiten die Reizung schon zu stark (No. 2).

Da ferner in No. 3 während der Ruhe die Frequenz zunahm, könnte man daran zweifeln, ob die verhältnissmässig geringe Frequenzvermehrung in No. 4 und 5, bei Einschaltung Eines Meters in der Nebenschliessung, als eine Folge der Reizung anzusehen sei; der Zweifel wird aber beseitigt, wenn man sieht, dass in No. 6 die Zahl der Herzschläge in der Minute, in welcher die Reizung aufgehoben war, von 183 auf 162 sank, um sogleich bei Wiedereinleitung der Wechselströme sich wieder auf 181 zu erheben, worauf sich das Sinken, Steigen und Sinken entsprechend der Ruhe, Reizung und Ruhe mit derselben Deutlichkeit wiederholte. Die höchste Frequenzzunahme betrug 19 Schläge in der Minute.

Auf die Durchschneidung beider Vagi erfolgte zwar im Vergleich zu der in No. 11 während der Ruhe angestellten Zählung ein Häufigerwerden des Herzschlags um 26 bis 36 Schläge (No. 12, 13), aber dann nahm die Frequenz wieder ab, um sich auf einer Stufe zu erhalten (170 im Mittel), welche die Zahl der Pulsschläge während der Ruhe vor Durchschneidung der Vagi (166 im Mittel), wenn man von dem extremen Fall in No. 11 absieht, nur wenig übertraf. Die in No. 16 angestellte Reizung brachte sogleich eine Zunahme von 8 Schlägen in der Minute hervor.

Versuchsthier D.

Tabelle V.

1. November 1860. Ein schwarzes Kaninchen auf dem Vivisectionsbrett lieferte nach Einsenkung der Zeigernadel in das Herz vor jedem anderweitigen operativen Eingriff:

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h. 5′	46	98	148½	202
2	„ 7′	50	101	153	206
3	„ 9′	46	94½	146	199
	Dann wurden beide Vagi mit einer scharfen Scheere durchschnitten und eine halbe Minute darauf die Herzschläge gezählt:				
4	11 h. 19′	39	80	123	167
5	„ 23′	40	82	127	173
6	„ 24′	42	85	131	176
7	„ 25′	43	88	137	187
8	„ 26′	42½	86½	133	179

Von hier an wurde das peripherische Ende des rechten Vagus zu Reizversuchen benutzt.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
9	11 h. 30′	1 Daniell m.Schwefels. 20%	28 C. M.	50 Met.	8,5 M.M.	Ruhe	42½	86½	133	179
10	„ 31′	„	„	„	„	Reizung	43	89	138	188
11	„ 32′	„	„	„	„	„	47	95	143½	193
12	„ 33′					Ruhe	42½	87	134	181½
13	„ 35′					„	40	82	129	175½
14	„ 37′					„	42	88	134	181
15	„ 38′					„	42	86	132	178
16	„ 39′	„	„	20 „	„	Reizung	42	88	136	184
17	„ 40′	„	„	„	„	„	43	90	137	188
18	„ 41′	„	„	„	„	„	45	92	141	191
19	„ 42′					Ruhe	42	86	132	179
20	„ 43′					„	42	87	133	180
21	„ 44′					„	42	85	131	178
22	„ 45′	„	„	100 „	„	Reizung	42	87	133	182
23	„ 46′					Ruhe	42	87	133	181
24	„ 47′					„	43	89	132	179

Nummer der Beobachtung	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
25	11 h. 48′					Ruhe	44	89	131	176
		1 Daniell m.Schwefels. 20%								
26	„ 49′		28 C. M.	20 Met.	8,5 M.M.	Reizung	45	93	137	186
27	„ 50′	„	„	10 „	„	„	45	94	136	185
28	„ 51′	„	„	5 „	„	„	48	94	140	187
29	„ 52′	„	„	4 „	„	„	45	92	135	182
30	„ 53′	„	„	2 „	„	„	45	90	135	183
31	„ 55′					Ruhe	43	89	130	177
32	„ 56′					„	43	89	133	181
33	12 h. 2′					„	43	87	132	179
34	„ 3′	„	—8½ C.M.	0	„	Reizung	0			

Diese Versuchsreihe bestätigt die Folgerungen, welche aus den früheren Tabellen abgeleitet wurden. Eine Einschaltung von 100 Widerstandseinheiten als Nebenschliessung brachte noch eine Zunahme um 4 Schläge in der Minute hervor (No. 22). Die höchste Zunahme in der ersten Minute, in welcher gereizt wurde, im Vergleich zur vorhergehenden Ruhe betrug 10 Herzschläge (No. 26); sie liess sich aber durch fortgesetzte Reizung bis auf 14 treiben (Nr. 11).

Sehr bemerkenswerth ist, dass auf die Durchschneidung beider Vagi statt einer vermehrten Frequenz eine verminderte Häufigkeit der Herzbewegungen sich einstellte (No. 4 bis 33); ja selbst während der Reizungen wurde nicht einmal mehr dieselbe Zahl von Herzschlägen erreicht, welche vor der Durchschneidung beider Vagi bestand (No. 1—3).

Versuchsthier E.

Durch die Versuche, die in den Tabellen III bis V mitgetheilt sind, ist zwar schon bewiesen, dass die vermehrte Frequenz des Herzschlags auch durch Reizung des vom verlängerten Mark getrennten Vagus bewirkt werden kann; dadurch ist aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dennoch auch die Reizung des centralen Stumpfs den Herzschlag häufiger machen könnte. In diesem Falle müsste man dem Vagus ausser der directen Einwirkung auf das Herz

auch eine reflectorische, in den grossen Centralheerden vermittelte zuschreiben.

Zur Prüfung dieser Frage wurde am 5. November 1860 einem weissen Kaninchen der linke Vagus unten am Halse durchschnitten, und das *centrale* Ende zwischen die Elektroden genommen, während der rechte Vagus unversehrt war.

Tabelle VI.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11h.10′					Ruhe	41	83½	130	175
2	„ 12′					„	44	88	132	174
3	„ 13′					„	38	79	121	164
4	„ 15′					„	40	81	125	168
5	„ 16′	1 Daniell mitSchwefels. 20 %	28C.M.	10 Met.	11M.M.	Reizung	40	82	128	173
6	„ 17′					Ruhe	40½	83	127	171
7	„ 23′	Der Nerv mit Eiweiss befeuchtet				„	43	89	136	184
8	„ 24′	1 Daniell mitSchwefels. 20 %	28C.M.	20 Met.	11M.M.	Reizung	41	86	134	181
9	„ 25′					Ruhe	42	86	134	181
10	„ 26′					„	43	87	134	181
11	„ 27′	„	„	2 „	„	Reizung	43	88	136	180
12	„ 28′					Ruhe	44	88	135	182

Aus diesen Zahlen lässt sich nur folgern, dass die Reizung des centralen Stumpfs des linken Vagus, obgleich der rechte Vagus unversehrt mit den Centraltheilen zusammenhing, keine Frequenzvermehrung erzeugte. Es ist also keine Reflexwirkung im Spiel, wenn Reizung des undurchschnittenen Vagus den Herzschlag häufiger macht.

Dasselbe Thier wurde noch zu Reizversuchen am rechten Vagus benutzt. Der Nerv war nicht durchschnitten.

Tabelle VII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12h. 35′					Ruhe	41	84	127	171
2	„ 36′	1 Daniell, Schwefelsäure 20%	28 C.M.	vollkommen	19 M.M.	Reizung	40	81	126	170
3	„ 37′	„	„	1 Meter	„	„	41	82	125	168
4	„ 38′	„	„	2 „	„	„	39	80	123	168
5	„ 39′	„	„	3 „	„	„	39	83	127	171
6	„ 40′	„	„	4 „	„	„	41	84	129	175
7	„ 41′	„	„	5 „	„	„	42	86	131	177
8	„ 42′	„	„	6 „	„	„	42	86	132	180
9	„ 43′	„	„	10 „	„	„	45	90	137	184
10	„ 44′	„	„	20 „	„	„	43	87	134	180
11	„ 45′					Ruhe	40	82	127	171
12	„ 46′	„	„	10 „	„	Reizung	41	84	129	175
13	„ 47′	„	„	20 „	„	„	41	85	132	178
14	„ 48′	„	„	40 „	„	„	43	88	135	182
15	„ 49′	„	„	50 „	„	„	42	85	131	179
16	„ 50′	„	„	40 „	„	„	44	90	137	184
17	„ 51′	„	„	40 „	„	„	45	90	138	187
18	„ 52′					Ruhe	41	86	133	181
19	„ 57′					„	43	87	131	179
20	„ 58′					„	42	86	132	180

In diesem Fall war eine Reizung, bei welcher nur 1 bis 3 Meter Widerstand in der Nebenschliessung angewandt wurden, zu schwach, und bei einer Einschaltung von 50 Widerstandseinheiten (No. 15) schien die Reizung bereits zu stark zu werden.

Durch ein allmäliges Ansteigen von 4 bis 10 Widerstandseinheiten (No. 6 bis 9) stieg die Häufigkeit des Pulses um 13, durch das Ansteigen von 10 auf 40 Widerstandseinheiten wurde sie um 16 Schläge in der Minute vermehrt.

Aus den Zählungen No. 18 bis 20 ergiebt sich eine deutliche Nachwirkung des Reizes, denn nachdem mit Unterbrechung Einer Minute im Ganzen 15 Minuten lang gereizt worden war, sank die

Frequenz zwar um 6 bis 8 Schläge gegen diejenige, welche während der Reizung bestand, sie lag aber 7 Minuten lang um 8 bis 10 Schläge höher als während der Ruhe zu Anfang und in der Mitte der Reizung (No. 1 und 11).

Das allmälige Ansteigen der Pulsfrequenz, während die Stärke der Reizung allmälig wuchs, das plötzliche Sinken der Frequenz beim Aufhören der Reizung ist der sicherste Beweis, dass jeder Verdacht einer zufälligen Wirkung hier völlig grundlos wäre.

Als die Nebenschliessung entfernt und die Rollen über einander geschoben waren, ward das Herz durch Einleitung der starken Wechselströme sogleich zum Stillstand gezwungen.

Versuchsthier F.

6. November 1860. Bei einem grauen Kaninchen, dessen linker Vagus zu anderweitigem Zweck mehrfach stark gereizt worden war, wurde der rechte Vagus blossgelegt, und durch dessen Reizung die folgende Beobachtungsreihe gewonnen.

Tabelle VIII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12h.16′					Ruhe	37	77	113	145
2	„ 17′	1 Daniell m. Schwefels. 20 %	28C.M.	10Meter	19 M.M.	Reizung	37	78	120	162
3	„ 18′					Ruhe	38	79	122	164
4	„ 19′					„	40	82	127	173
5	„ 20′					„	40	82	127	173
6	„ 21′					„	41	85	131	173
7	„ 22′	„	„	„	„	Reizung	43	87	133	179
8	„ 23′	„	„	5 „	„	„	41	86	133	181

Gleich die erste Reizung vermehrte die Häufigkeit der Herzbewegungen um 17 Schläge in der Minute (No. 2). Dann wurde auch in der Ruhe eine bedeutende Nachwirkung beobachtet (No. 3—6), da sich aber in 3 auf einander folgenden Minuten die Frequenz auf

gleicher Höhe hielt (No. 4—6), wurde von neuem gereizt und sogleich wieder eine Zunahme von 6—8 Schlägen hervorgebracht.

Nach der letzten Reizung verschied das Thier unter heftigen tetanischen Zuckungen mit furchtbarem Trismus.

In No. 2 liegt wieder ein Beispiel vor, in welchem die Frequenzzunahme erst in der zweiten Hälfte der Minute deutlich wurde.

Versuchsthier G.

16. November 1860, Albino-Kaninchen, kräftiges Thier. Der linke Vagus wurde unversehrt auf die Elektroden gebracht.

Tabelle IX.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11h.12′					Ruhe	—	—	147	198
2	„ 13′					„	46	94	143	196
3	„ 14′					„	47	94	—	194
4	„ 15′					„	—	91	140	190
5	„ 16′	1 Daniell m. Schwefels. 10 %	28C.M.	5 Met.	11 M.M.	Reizung	48	95	146	200
6	„ 17′	„	„	„	„	„	48	98	152	207
7	„ 18′	„	„	„	„	„	50	103	158	214
8	„ 19′	„	„	„	„	„	51	100	161	216
9	„ 20′	„	„	„	„	„	52	101	158	214
10	„ 21′	„	„	„	„	„	52	104	162	220
11	„ 22′	„	„	„	„	„	52	107	163	222
12	„ 23′	„	„	„	„	„	—	109	169	228
13	„ 24′	„	„	„	„	„	—	111	171	231
14	„ 25′	„	„	„	„	„	50	102	157	210
15	„ 26′	„	„	6 „	„	„	50	102	158	217
16	„ 27′	„	„	„	„	„	50	103	159	216
17	„ 28′	„	„	7 „	„	„	51	106	163	222
18	„ 29′	„	„	„	„	„	51	103	161	218
19	„ 30′	„	„	„	„	„	51	105	160	212
20	„ 31′	„	„	„	„	„	—	91	148	208
21	„ 32′	„	„	„	„	„	50	103	160	216
22	„ 33′	„	„	„	„	„	51	103	159	214

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
23	11h.34′	1 Daniell m. Schwefels. 10 %	28C.M.	7 Met.	11 M. M.	Reizung	49	97	147	195
24	„ 35′	„	„	8 „	„	„	47	97	150	202
25	„ 36′	„	„	„	„	„	45	95	149	204
26	„ 37′	„	„	„	„	„	50	102	154	210
27	„ 38′	„	„	„	„	„	48	100	155	211
28	„ 39′	„	„	„	„	„	48	100	155	211
29	„ 40′	„	„	„	„	„	51	105	161	218
30	„ 41′	„	„	„	„	„	—	104	163	218
31	„ 42′	„	„	„	„	„	49	—	158	216
32	„ 43′	„	„	„	„	„	51	104	160	216
33	„ 44′	„	„	10 „	„	„	50	103	158	216
34	„ 45′	„	„	„	„	„	54	104	156	207
35	„ 46′	„	„	„	„	„	47	97	149	203
36	„ 47′	„	„	„	„	„	50	98	151	202
37	„ 48′	„	„	„	„	„	44	76!	Hier wurde die Reizung unterbrochen	
38	„ 49′	„	„	vollkommen	„	„	49	101	146	212
39	„ 50′	„	„	„	„	„	50	103	156	211
40	„ 51′	„	„	„	„	„	48	101	154	207
41	„ 52′	„	„	4 „	„	„	50	102	156	210
42	„ 53′	„	„	„	„	„	50	101	152	204
43	„ 54′	„	„	„	„	„	50	101	156	210
44	„ 55′	„	„	„	„	„	51	104	157	207
45	„ 56′	„	„	3 „	„	„	50	104	160	217
46	„ 57′	„	„	„	„	„	49	—	151	204
47	„ 58′	„	„	2 „	„	„	51	103	159	216
48	„ 59′	„	„	„	„	„	—	100	151	206
49	12 h.	„	„	1 „	„	„	50	103	160	216
50	„ 1′	„	„	„	„	„	50	104	160	218
51	„ 2′	„	„	„	„	„	51	105	162	219
52	„ 3′	„	„	„	„	„	51	106	162	221
53	„ 4′	„	„	„	„	„	51	82	96	126!
54	„ 5′	„	„	vollkommen	„	„	43	95	146	200
55	„ 6′	„	„	„	„	„	47	97	150	206
56	„ 7′	„	„	„	„	„	49	100	153	205
57	„ 8′	„	„	„	„	„	47	100	154	210
58	„ 9′	„	„	„	„	„	49	100	152	209
59	„ 10′	„	„	„	„	„	50	104	156	211

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
60	12h. 11′	1 Daniell m. Schwefels. 10 %	28 C.M.	vollkommen	11 M. M.	Reizung	50	103	159	213
61	„ 12′	„	„	„	„	„	50	104	159	214
62	„ 13′	„	„	„	„	„	51	104	159	215
63	„ 14′					Ruhe	—	105	157	212
64	„ 15′	„	„	5 Met.	„	Reizung	50	101	156	210
65	„ 16′	„	„	„	„	„	51	104	158	213
66	„ 17′	„	„	„	„	„	51	103	157	212
67	„ 18′	„	„	„	„	„	49	103	157	216
68	„ 19′	„	„	„	„	„	—	106	161	218
69	„ 20′	„	„	„	„	„	50	103	159	216
70	„ 21′	„	„	„	„	„	—	107	164	223
71	„ 22′	„	„	„	„	„	53	107	164	223
72	„ 23′	„	„	„	„	„	50	104	160	217
73	„ 24′	„	„	„	„	„	52	107	164	223
74	„ 25′	„	„	„	„	„	52	107	163	221
75	„ 26′	„	„	„	„	„	51	107	163	223
76	„ 32′					Ruhe	46	94	144	194
77	„ 33′	„	„	2 „	„	Reizung	47	96	146	198
78	„ 34′	„	„	„	„	„	46	95	144	194

Als die Nebenschliessung entfernt war, brauchte die secundäre Rolle der primären nur auf 14 C. M. genähert zu werden, um Stillstand hervorzubringen.

Während der ersten 4 Minuten, in denen der Nerv von jeder Reizung verschont blieb, ergab sich eine deutliche und beinahe stetige Abnahme in der Häufigkeit der Herzbewegung (No. 1—4). Mit dem Beginn der Reizung, bei einer Einschaltung von 5 Widerstandseinheiten, steigt die Frequenz sogleich um 10 Schläge (No. 5), und dann während 8 Minuten regelmässig und beinahe ganz stetig weiter, im Ganzen von 190 (No. 4) bis auf 232 (No. 13). Es wurde also eine Vermehrung der Herzschläge bis um 42 Schläge oder $^2/_9$ der ursprünglichen Frequenz in der Minute beobachtet. Dann sank die Häufigkeit des Herzschlags plötzlich um 22 Schläge in der Minute

während die Stärke der Reizung gleich blieb (No. 14), aber durch verstärkte Reizung (Einschaltung von 6—7 Widerstandseinheiten) konnte sie wieder um 12 Schläge vermehrt werden (No. 19). Erst nachdem diese stärkere Reizung 8 Minuten lang angedauert hatte, nahm die Frequenz wieder, und zwar plötzlich um 19 Schläge ab (No. 22 auf 23), um bei einer neuen Verstärkung der Reizung allmälig wieder um 23 Schläge zuzunehmen (No. 24 bis 29). Fünf Minuten lang hielt sich dann die Häufigkeit des Herzschlags auf gleicher Höhe, 218 bis 216 Schläge in der Minute. Als aber bei No. 33 in der Nebenschliessung 10 Widerstandseinheiten eingeschaltet worden waren, begann die Frequenz zu sinken, und bei No. 37 betrug die Abnahme schon in der ersten Hälfte der Minute 22 Schläge gegen die unmittelbar vorausgegangene halbe Minute. Darum wurde die Reizung während einer halben Minute unterbrochen. Schon eine so schwache Reizung, wie sie bei vollkommener Nebenschliessung stattfindet, brachte nun eine bedeutende Frequenzvermehrung hervor, die sich auch bei mässig verstärkter Reizung erhielt (No. 38 bis 52), so dass die Zahl der Herzschläge um 31 über die letzte Zählung in der Ruhe gesteigert werden konnte.

Jetzt zeigte indess der durch mehrfache Reizung schon etwas ermüdete Nerv ein sehr merkwürdiges Verhalten. Während im Anfang der Versuchsreihe bei einer Einschaltung von 5 Widerstandseinheiten die Frequenz des Herzschlags 9 Minuten lang stieg bei gleich bleibender Stärke der eingeleiteten Wechselströme, schlug jetzt bei fortgesetzter schwächerer Reizung die Zunahme viel schneller in eine *relative* Abnahme um. Als bei No. 45 statt 4 nur 3 Widerstandseinheiten in die Nebenschliessung aufgenommen wurden, stieg die Frequenz des Pulses in der ersten Minute von 207 auf 217, fiel aber gleich in der zweiten Minute auf 204. Der Reiz wurde daher noch mehr geschwächt, statt 3 nur 2 Widerstandseinheiten eingeschaltet, der Puls stieg wieder auf 216 (No. 47), fiel aber gleich in der zweiten Minute auf 206. Nun liess ich nur eine Widerstandseinheit in dem Kreise der Nebenschliessung, und diese Reizung wurde länger vertragen, denn die Häufigkeit des Pulses stieg während 4 Minuten von 206 bis auf 221. Dann aber (No. 53) erfolgte ein

ebenso bedeutender Umschlag, wie in No. 37, die Frequenz sank plötzlich von 221 auf 126.

Diesmal wurde die Reizung nicht unterbrochen, sondern nur so viel als möglich, durch Anwendung der vollkommenen Nebenschliessung, geschwächt. Das Herz that gleich in der ersten Minute wieder 200 Schläge, ja die Frequenz stieg in 6 weiteren Minuten sogar auf 215, hielt sich 3 Minuten lang auf dieser Höhe, sank auch während der Ruhe Einer Minute nur auf 212, und konnte darauf durch eine Reizung von derselben Stärke, wie zu Anfang der Versuchsreihe (No. 5—14), welche 12 Minuten lang fortgesetzt ward, wieder auf 223 erhoben und erhalten werden (No. 64 bis 75).

So wie die Reizung aufgehoben ward, sank der Puls um 2 Schläge (No. 76), und durch eine schwächere Reizung, mit Einschaltung von 2 Widerstandseinheiten, wurde hieran nur wenig geändert, d. h. in der ersten Minute ergab sich nur eine Frequenzzunahme von 4 Schlägen, und in der zweiten war die Häufigkeit nur gleich derjenigen, die in der Ruhe bestand.

Hier hört nun aller Zweifel auf. Eine mässige, immerhin schwache Reizung des Vagus bringt, während sie mehre Minuten lang fortgesetzt wird, eine bedeutend vermehrte Frequenz des Herzschlags hervor. Allmählich schliesslich ermüdet der Nerv, und der Herzschlag wird viel seltner. Eine ganz kurze Erholung macht ihn in der früheren Weise der Einwirkung des Reizes wieder zugänglich; dauert aber die Ruhe nur eine halbe Minute lang, dann äussert sich der ermüdete Zustand noch dadurch, dass selbst bei einer *schwächeren* Reizung die vermehrte Häufigkeit, welche sie Anfangs bewirkt, sich *kürzere* Zeit behauptet. Sie lässt sich indess wiederholt durch weitere Abschwächung des Reizes auf's Neue hervorrufen.

Aber selbst eine sehr schwache Reizung (Einschaltung von nur 1 Widerstandseinheit in der Nebenschliessung) erreicht bei dem ermüdeten Nerven in einigen Minuten das Ende der die Häufigkeit des Herzschlags steigernden Wirkung.

Und dennoch, man braucht die Reizung nur noch weiter zu schwächen (vollkommene Nebenschliessung), dann geht die Frequenz wieder in die Höhe, und nun genügt eine Ruhezeit von einer Mi-

nute, um auch eine stärkere Reizung (mit 5 Widerstandseinheiten in der Nebenschliessung) wieder ausgezeichnet wirksam zu machen.

Lässt man dann dem Nerven plötzlich Ruhe, dann sinkt die Frequenz sogleich bedeutend.

Es ist also jede Möglichkeit abgeschnitten zu sagen, dass nach einer Reizung, welche stark genug war, um den Herzschlag seltener zu machen, eine schwächere Reizung ihn nur deshalb wieder häufiger macht, weil die schwache Reizung gar nicht wirkt. Wie wäre es sonst möglich, dass die Frequenz in der Ruhe noch geringer, um 29 Schläge in Einer Minute geringer würde?

Versuchsthier H.

Am 20. November 1860 lag der linke Vagus eines Kaninchens um 11 Uhr 10 Minuten auf den Elektroden.

Tabelle X.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
1	11 h. 14′					Ruhe	45	91	141	190	
2	„ 15′					„	45	91	139	188	
3	„ 19′					„	45	90	143	196	
4	„ 20′					„	46	94	143	194	
5	„ 21′	1 Daniell, SO^3 10 %	28 C. M.	5 Meter	12 M. M.	Reizung	44	91	141	191	
6	„ 22′	„	„	„	„	„	47	93	143	192	
7	„ 23′	„	„	1 „	„	„	44	92	142	191	
8	„ 24′	„	„	10 „	„	„	45	93	—	192	
9	„ 25′	„	„	20 „	„	„	46	95	146	199	
10	„ 26′	„	„	„	„	„	50	99	151	205	
11	„ 27′	„	„	„	„	„	—	100	152	207	
12	„ 28′	„	„	„	„	„	48	99	152	205	
13	„ 29′	„	„	„	„	„	49	100	149	199	Zuckungen
14	„ 30′	„	„	„	„	„	46	94	143	194	
15	„ 31′	„	„	„	„	„	—	96	147	200	
16	„ 32′	„	„	„	„	„	47	97	150	202	
17	„ 33′	„	„	„	„	„	47	97	148	200	
18	„ 34′	„	„	40 „	„	„	47	96	147	198	
19	„ 35′	„	„	90 „	„	„	—	94	145	198	
20	„ 36′	„	„	„	„	„	45	94	—	196	
21	„ 37′	„	„	100 „	„	„	45	—	144	194	

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
22	11 h. 38′	1 Daniell, SO^3 10 %	28 C. M.	150 Met.	12 M.M.	Reizung	46	—	151	206	
23	„ 39′	„	„	vollkommen	„	„	47	98	151	207	
24	„ 40′	„	„	„	„	„	50	102	156	210	
25	„ 41′					Ruhe	49	99	152	207	
26	„ 42′					„	48	96	145	196	
27	„ 43′					„	46	93	142	191	
28	„ 44′					„	45	91	—	190	
29	„ 45′					„	—	—	—	160	Zuckungen
30	„ 46′					„	—	88	133	181	
31	„ 47′					„	41	86	132	181	
32	„ 48′	„	„	150 Met.	„	Reizung	44	92	142	194	
33	„ 49′	„	„	„ „	„	„	46	94	145	193	
34	„ 50′	„	„	„ „	„	„	47	96	146	198	
35	„ 51′	„	„	„ „	„	„	—	95	145	198	
36	„ 52′	„	„	„ „	„	„	46	95	146	198	
37	„ 53′	„	„	200 „	„	„	47	96	147	199	
38	„ 54′	„	„	„ „	„	„	46	95	—	200	
39	„ 55′	„	„	„ „	„	„	48	96	148	199	
40	„ 56′	„	„	„ „	„	„	47	97	147	198	
41	„ 57′	„	„	400 „	„	„	47	97	149	204	
42	„ 58′	„	„	„	„	„	50	102	156	211	
43	„ 59′	„	„	„	„	„	50	101	154	209	
44	12 h.	„	„	„	„	„	47	98	151	205	
45	„ 1′	„	„	„	„	„	49	100	—	209	
46	„ 2′	„	„	600 „	„	„	50	102	156	213	
47	„ 3′	„	„	„	„	„	50	102	157	213	
48	„ 4′	„	„	„	„	„	49	101	156	213	
49	„ 5′	„	„	800 „	„	„	51	103	158	214	
50	„ 6′	„	„	„	„	„	52	103	158	211	
51	„ 7′	„	„	„	„	„	49	101	156	210	
52	„ 8′	„	„	„	„	„	—	103	157	211	
53	„ 9′	„	„	1000 „	„	„	—	—	143	194	
54	„ 10′	„	„	„	„	„	45	92	142	192	
55	„ 11′	„	„	„	„	„	44	90	139	189	
56	„ 12′	„	„	1500 „	„	„	44	—	141	191	
57	„ 13′	„	„	„	„	„	46	94	145	195	
58	„ 14′	„	„	2000 „	„	„	46	96	146	199	
59	„ 15′	„	„	„	„	„	46	95	146	198	
60	„ 16′	„	„	4000 „	„	„	45	93	143	192	
61	„ 17′	„	„	„	„	„	46	93	142	191	
62	„ 18′	„	„	„	„	„	45	94	146	199	
63	„ 19′	„	„	4500 „	„	„	47	99	154	210	
64	„ 20′	„	„	„	„	„	—	88	136	183	
65	„ 21′	„	„	4900 „	„	„	46	94	143	195	
66	„ 22′	„	„	„	„	„	46	95	146	197	
67	„ 23′	„	„	5000 „	„	„	50	100	153	209	
68	„ 24′	„	„	7000 „	„	„	49	101	155	211	

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
69	11 h. 25′	1 Daniell, SO^3 10 %	28 C. M.	7000 Met.	12 M.M.	Reizung	51	101	154	205	
70	„ 26′	„	„	„	„	„	47	96	148	200	
71	„ 27′	„	„	„	„	„	49	102	156	211	
72	„ 28′	„	„	9000 „	„	„	51	103	155	210	
73	„ 29′	„	„	„	„	„	49	103	158	214	
74	„ 30′	„	„	„	„	„	49	100	157	213	
75	„ 31′	„	26 „	„	„	„	50	102	157	212	
76	„ 32′	„	24 „	„	„	„	50	104	160	218	
77	„ 33′	„	22 „	„	„	„	—	102	158	214	
78	„ 34′	„	20 „	„	„	„	51	103	158	211	
79	„ 35′	„	18 „	„	„	„	49	103	155	209	
80	„ 36′	„	16 „	„	„	„	48	99	153	207	
81	„ 37′	„	14 „	„	„	„	50	103	157	210	
82	„ 38′	„	12 „	„	„	„	50	100	151	205	
83	„ 39′	„	10 „	„	„	„	48	99	152	206	
84	„ 40′	„	8 „	„	„	„	33	73	121	164	
85	„ 41′	„	7 „	„	„	„	22	57	95	108	
86	„ 42′	„	28 „	„	„	„	44	93	144	197	
87	„ 43′	„	„	5 „	„	„	48	99	151	206	
88	„ 44′	„	„	„	„	„	50	99	153	208	
89	„ 45′	„	„	„	„	„	49	100	154	209	
90	„ 46′	„	„	1 „	„	„	49	100	155	210	
91	„ 47′	„	„	„	„	„	—	100	153	198	
92	„ 48′	„	„	„	„	„	43	—	147	196	
93	„ 49′					Ruhe	40	84	131	190	
94	„ 50′					„	—	90	140	187	
95	„ 51′					„	43	86	132	187	
96	„ 52′	„	„	„	„	Reizung	44	93	147	203	
97	„ 53′	„	„	„	„	„	50	103	156	210	
98	54′					Ruhe	46	95	146	196	
99	„ 55′					„	44	91	139	187	

Bei diesem Kaninchen musste die Reizung verhältnissmässig stark genommen werden, um eine deutliche Vermehrung in der Frequenz des Herzschlags hervorzurufen. Erst als 20 Widerstandseinheiten in der Nebenschliessung eingeschaltet waren, nahm die Häufigkeit der Herzbewegung bis um 13 Schläge — von 194 bis auf 207 — zu (No. 4 und No. 11). Aber bei fortgesetzter Reizung sank die Frequenz wieder bis auf 194, selbst als 40, 90 und 100 Widerstandseinheiten in der Nebenschliessung aufgenommen waren. Dann stieg sie wieder bei Einschaltung von 150 Einheiten (No. 22), und nun zeigte sich 3 Minuten lang eine deutliche Nachwirkung, während vollkom-

mene Nebenschliessung angewandt war (No. 23, 24) und während der Ruhe (No. 25). Allein bei fortgesetzter Ruhe sank der Puls in 6 Minuten wieder von 210 auf 181 Schläge (No. 25 bis 30), einmal sogar auf 160 (No. 29), aber in dieser Minute hatte das Thier Zuckungen, die sehr häufig von einer plötzlichen Abnahme der Frequenz begleitet sind (vgl. No. 13).

Als sich die gesunkene Frequenz auf 181 hielt (No. 31), wurde wieder jene Reizstärke angewandt, die sich im ersten Theil der Versuchsreihe als die erfolgreichste bewährt hatte (Einschaltung von 150 Widerstandseinheiten). Sogleich stieg die Zahl der Herzbewegungen um 13 in der Minute (No. 32) und bald um 17. Auf dieser Höhe blieb die Frequenz 3 Minuten lang (No. 34—36). Es wurde daher die Reizung allmälig verstärkt, und als 800 Widerstandseinheiten eingeschaltet waren, stieg der Puls auf 214 in der Minute (No. 49), was gegen die Ruhe (No. 30, 31) eine Zunahme von 33 Schlägen oder beinahe $^2/_9$ der Frequenz in der Ruhe ergiebt.

So lange nur 800 Widerstandseinheiten eingeschaltet waren, blieb die Häufigkeit des Herzschlags nahezu gleich, 214 bis 210 (No. 49 bis 52). Bei Einschaltung von 1000 Widerstandseinheiten sank sie bis auf 189 (No. 53 bis 55). Bei 1500 und 2000 Einheiten stieg sie wieder etwas (No. 56 bis 59), um bei 4000 Einheiten auf's Neue vorübergehend zu sinken (No. 60 und 61). Aber es stellt sich in No. 62 von Neuem Zunahme ein, von 191 bis auf 199, und sie erreicht 210, als die Reizung durch Einschaltung von 4500 Einheiten noch mehr verstärkt wurde. Dann geht sie zwar plötzlich auf 183 herunter, aber eine noch weitere Verstärkung der Reizung, die sich nicht auf die Einschaltung einer grösseren Zahl von Widerstandseinheiten beschränkte, sondern mit einer Verminderung des Rollenabstands verbunden ward, erhöhte die Frequenz, wenn auch mit kleinen Schwankungen, bis nach 12 Minuten, bei einem Rollenabstand von 24 C. M. und einer Nebenschliessung von 9000 Meter das Maximum von 218 erreicht ward (No. 76), das sich von der Frequenz in der Ruhe (181) um 37 Schläge unterscheidet.

Erst als bei gleich bleibender Nebenschliessung die secundäre Rolle der primären bis auf + 8 C. M. genähert war, sank die

Frequenz plötzlich bis auf 164, und durch weiteres Heranrücken an die primäre Rolle um 1 C. M. bis auf 108 (No. 84, 85). Dieses Sinken erfolgt ausserordentlich viel unregelmässiger als das Steigen während einer hinlänglich schwachen Reizung vor sich geht, wie sich deutlich herausstellt, wenn man die Zahlen, welche in No. 84 und 85 auf die einzelnen Viertelsminuten kommen, unter einander schreibt:

erstes	Viertel	33
zweites	„	40
drittes	„	48
viertes	„	43
fünftes	„	22
sechstes	„	35
siebentes	„	38
achtes	„	13.

Gerade diese Unregelmässigkeit spricht für eine Ermüdung des Nerven, welche durch die lange fortgesetzte und allmälig verstärkte Reizung hervorgebracht ward.

Nun wurde der Abstand der Rollen wieder auf 28 C. M. vergrössert (No. 86) und in den darauf folgenden Minuten auch die Nebenschliessung wieder von 9000 auf 5 Einheiten reducirt. Gleich steigt die Frequenz von 108 auf 197 und stetig weiter bis auf 209 (No. 89).

Als darauf nur noch Eine Einheit in der Nebenschliessung gelassen wurde, sank die Frequenz allmälig bis auf 196 (No. 90—92).

Nun wurde die Reizung aufgehoben. Die Frequenz sank gleich bis auf 187 (No. 93, 94). Als sie in No. 95 darauf stehen blieb, wurde wieder mit der zuletzt angewandten Stärke gereizt: Zunahme der Frequenz bis um 23 Schläge in der Minute (No. 96—97). Dann Ruhe: Abnahme um ebenso viel (No. 98, 99).

Man kann also den elektrischen Reiz allmälig verstärken, bis der Herzschlag seltner wird, als er es vor Beginn der Reizung war; reizt man nun noch stärker, dann sinkt die Frequenz noch mehr und

zwar stossweise. Schwache Reize heben dann, auch ohne zwischengeschobene Ruhezeit, die Frequenz wieder über ihre Anfangsgrösse, aber der Nerv wird jetzt rascher ermüdet. In der Ruhe nimmt die Frequenz wieder ab bis zur Anfangsgrösse. Schwache Reizung hebt sie dann wieder bedeutend und rasch, und eben so rasch und bedeutend drückt die Ruhe sie wieder hinunter.

Diese Versuchsreihe ist also eine vollkommene Bestätigung der an dem Kaninchen G gewonnenen, und um so mehr werth, da sie bei ganz anderen Reizungsgraden erhalten ist. Auch hier kann man nicht sagen, der starke Reiz habe eben durch die ihm specifische Reizwirkung die Frequenz herabgedrückt, und die Abschwächung des Reizes habe deshalb wieder vermehrte Frequenz bewirkt, weil der Reiz unwirksam geworden sei. Denn 1) ist die Frequenz während der schwachen Reizung grösser als sie während der Ruhe war, ehe die Reizung begann, und 2) sinkt die Frequenz sogleich zu ihrer anfänglichen Grösse, wenn man die Reizung unterbricht, um durch das Einleiten der Wechselströme gleich wieder zu steigen.

Versuchsthier. I.

28. November 1860. An einem weissen Kaninchen sollte versucht werden, wie hoch sich die Frequenzvermehrung des Herzschlags durch eine allmälig verstärkte Reizung des Vagus steigern lässt. Zu dem Ende wurde mit Einschaltung Einer Widerstandseinheit begonnen und jede halbe (beziehungsweise ganze) Minute eine Einheit mehr in die Nebenschliessung aufgenommen; wenn in der Rubrik: „Nebenschliessung“ zwei Zahlen stehen, dann bezieht sich die eine auf die erste und die zweite auf die andere Hälfte der Minute. Um 11 Uhr 22′ lag der Nerv auf den Elektroden.

Tabelle XI.

Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
11h.27′					Ruhe	46	91	137	185
„ 28′					„	46	92	140	188
„ 29′					„	45	93	140	188
„ 30′					„	48	„	145	194
„ 31′					„	49	95	148	198
„ 32′					„	43	90	138	185
„ 33′					„	43	89	134	179
„ 34′					„	44	88	134	179
„ 35′	1 Daniell, Schwefelsäure 10%	28 C.M.	1.2 Met.	22 MM.	Reizung	46	93	141	191
„ 36′	„	„	3.4 „	„	„	47	94	141	191
„ 37′	„	„	5.6 „	„	„	46	92	138	187
„ 38′	„	„	7.8 „	„	„	47	94	141	190
„ 39′	„	„	9.10 „	„	„	46	93	139	187
„ 40′	„	„	11.12 „	„	„	46	93	142	190
„ 41′	„	„	13.14 „	„	„	48	94	143	192
„ 42′	„	„	15.16 „	„	„	47	95	144	194
„ 43′	„	„	17.18 „	„	„	47	96	145	194
„ 44′	„	„	19.20 „	„	„	46	94	143	191
„ 45′	„	„	21.22 „	„	„	48	99	148	196
„ 46′	„	„	23.24 „	„	„	50	101	150	200
„ 47′	„	„	25 „	„	„	51	100	149	197
„ 48′	„	„	26.27 „	„	„	49	99	150	199
„ 49′	„	„	28.29 „	„	„	51	102	151	201
„ 50′	„	„	30.31 „	„	„	52	103	153	204
„ 51′	„	„	32.33 „	„	„	52	104	155	206
„ 52′	„	„	34.35 „	„	„	51	103	155	205
„ 53′	„	„	36.37 „	„	„	51	103	155	207
„ 54′	„	„	38.39 „	„	„	53	105	156	207
„ 55′	„	„	40.41 „	„	„	53	105	156	209
„ 56′	„	„	42.43 „	„	„	53	105	156	209
„ 57′	„	„	44.45 „	„	„	53	106	159	211
„ 58′	„	„	46.47 „	„	„	55	108	161	215
1 „ 59′	„	„	48.49 „	„	„	54	109	161	214
2	„	„	50.51 „	„	„	54	108	161	216
„ 1′	„	„	52.53 „	„	„	54	108	162	216
„ 2′	„	„	54.55 „	„	„	55	112	164	218

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
37	12h. 3′	1 Daniell, Schwefelsäure 10%	28C.M.	56.57Met.	22M.M.	Reizung	55	111	165	219
38	„ 4′	„	„	58.59 „	„	„	55	111	165	219
39	„ 5′	„	„	60.61 „	„	„	55	109	160	209
40	„ 6′	„	„	61 „	„	„	49	99	149	199
41	„ 7′	„	„	25 „	„	„	51	97	147	196
42	„ 8′	„	„	1 „	„	„	51	100	149	197
43	„ 9′	„	„	1 „	„	„	47	95	143	190
44	„ 10′					Ruhe	50	98	143	185
45	„ 11′					„	47	94	148	184
46	„ 12′					„	46	93	138	182
47	„ 13′					„	46	93	139	185
48	„ 14′					„	44	91	138	185
49	„ 15′					„	46	94	143	191
50	„ 16′					„	48	96	145	195
51	„ 17′					„	49	100	150	199
52	„ 18′					„	—	99	147	197
53	„ 19′					„	50	100	150	198
54	„ 20′					„	49	98	143	190
55	„ 21′	„	„	5 „	„	Reizung	49	100	151	203
56	„ 22′	„	„	„	„	„	53	105	159	210
57	„ 23′	„	„	„	„	„	53	106	158	211
58	„ 24′					Ruhe	51	102	151	194
59	„ 25′					„	46	92	138	186

So wie die Reizung begann (No. 9), nahm die Häufigkeit des Herzschlags deutlich zu. Aber erst von No. 21 an, als 25 Widerstandseinheiten in die Nebenschliessung aufgenommen waren, erhob sich die Frequenz beinahe stetig weiter mit zunehmender Stärke des Reizes, bis in No. 37 mit 219 Schlägen in der Minute das Maximum erreicht ward, welches um 40 Schläge höher lag als die Frequenz in den beiden letzten Minuten der Ruhe: 179 (No. 7, 8). Dieses Maximum entspricht sehr nahe dem in Tabelle IX, Nr. 13 (S. 420) beobachteten, es beträgt auch hier $^2/_9$ der ursprünglichen, vor der Reizung beobachteten Frequenz.

Auf dieser Höhe blieb die Häufigkeit des Herzschlags auch wäh-

d der folgenden Minute. Nun waren 59 Widerstandseinheiten in Nebenschliessung eingeschaltet. Wie aber die Reizung noch stärgenommen ward, fiel die Frequenz, und das Sinken behauptete auch als die Reizung bedeutend geschwächt ward (bis auf die wendung einer einzigen Widerstandseinheit). Indess eine vollständ- Ruhe von 11 Minuten genügte, um eine Reizung bei 5 Widerstands- eiten wieder erfolgreich zu machen, so dass in Zeit von 3 Minu- die Frequenz wieder um 21 Schläge in der Minute zunahm. hrend 2 Minuten darauf folgender Ruhe sank sie wieder um 25 . 55 bis 59).

Versuchsthier K.

21. November 1860. Bei einem kräftigen grauen Kaninchen de der linke Vagus blossgelegt.

Tabelle XII.

Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
11h.20′					Ruhe	40	82	126	170
„ 21′					„	41	83	125	169
„ 22′	1 Daniell, Schwefelsäure 10%	10 C. M.	0	5 M. M.	Reizung	40	83	127	173
„ 23′	„	8 „	„	„	„	41	84	131	177
„ 24′	„	6 „	„	„	„	40	83	125	167
„ 25′	„	4 „	„	„	„	34	68	109	151
„ 26′	„	3 „	„	„	„	39	78	118	160
„ 27′	„	3 „	„	„	„	—	73	113	154
„ 28′	„	2 „	„	„	„	35	73	112	137
„ 29′	„	2 „	„	„	„	22	46	74	100
„ 30′	„	1 „	„	„	„	30	67	103	140
„ 31′	„	1 „	„	„	„	35	65	95	127
„ 32′	„	1 „	„	„	„	29	64	100	137
„ 33′	„	½ „	„	„	„	34	69	106	140
„ 34′	„	½ „	„	„	„	34	69	105	135
„ 35′	„	0 „	„	„	„	32	67	104	142
„ 36′	„	—1 „	„	„	„	25	49	72	98
„ 37′	„	—2 „	„	„	„	20	40	61	83

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
19	11h.38′	1 Daniell, Schwefelsäure 10%	—3C.M.	0	5 M. M.	Reizung	11	26	44	67
20	„ 39′	„	—4 „	„	„	„	19	38	60	83
21	„ 40′	„	—5 „	„	„	„	19	40	62	86
22	„ 41′	„	—6 „	„	„	„	20	40	63	87
23	„ 42′	„	—7 „	„	„	„	20	44	67	87
24	„ 43′	„	—8 „	„	„	„	—	31	51	73
25	„ 44′	„	„ „	„	„	„	24	47	72	98
26	„ 45′	„	—8½ „	„	„	„	26	53	79	104
27	„ 46′	1 Grove	„	„	„	„	24	47	73	100

Die Reizung war hier von Anfang zu stark gegriffen, um eine erhebliche Frequenzzunahme der Herzbewegung zu erwarten. Es ward aber durch diese Reihe die lehrreiche Thatsache ermittelt, dass bei einem allmäligen Anschwellen der Reizstärke die Zahl der Pulsschläge zwar bedeutend sinkt, dass man aber mit dem Vagus in Ströme von einer Stärke, die sonst auf der Stelle das Herz zum Stillstand zwingen, hineinschleichen kann, ohne dass die Herzbewegung aufhört.

3. Versuche an Fröschen.

In Schiff's Versuchen liegt ein so reiches und mannigfaltiges Material vor, um eine vermehrte Frequenz des Herzschlags bei Fröschen als Folge einer gehörig abgeschwächten Vagus-Reizung zu erweisen, dass eine Mittheilung neuer Versuche am Frosch sich nur dadurch rechtfertigen lässt, dass diese Versuche zum Theil nach andern Methoden ausgeführt wurden und deshalb um so mehr geeignet sein dürften, Schiff's Angaben, die von Einigen überhört, von Anderen bestritten wurden; in ihr gutes Recht einzusetzen. Das Folgende dient also zur Bestätigung und Erweiterung der Schiff'schen Angabe, dass man durch eine richtig abgestufte Vagus-Reizung den Herzschlag der Frösche häufiger machen kann.

Bevor ich die einzelnen Versuche mittheile, muss ausdrücklich

bemerkt werden, dass ich beim Frosch, wie beim Kaninchen, immer an lebenden Thieren experimentirt habe. Nur die *Rana esculenta,* auf welche sich die Tabelle XIII bezieht, war vorher geköpft worden.

In der Regel braucht die Reizung nicht durch Nebenschliessung geschwächt zu werden, um die Häufigkeit des Herzschlags zu vermehren. In einzelnen Fällen habe ich zwar auch bei Anwendung der allerschwächsten Ströme die Frequenz zunehmen sehen, aber der Frosch bedarf im Allgemeinen einer viel stärkeren Reizung als das Kaninchen, und sichere Erfolge habe ich erst dann bei Fröschen erzielt, als ich den Rheostaten wegliess und mit dem Schlittenapparat in ähnlicher Weise reizte, wie Schiff es gethan. Ich habe indess niemals die Eisenstäbchen aus der primären Rolle entfernt.

Versuchsthier *a.*

24. Aug. 1860. *Rana esculenta.* Nachdem das Thier geköpft war, wurden die beiden Vagi von dem verlängerten Mark getrennt, und darauf der linke Vagus mit allen Aesten auf das Elektrodenplättchen gebracht.

Tabelle XIII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	Zahl der Herzschläge in 1/4 Minute.
1	11 h. 30′					Ruhe	15
2	„ 31′					„	14
3	„ 32′					„	14
4	„ 33′					„	15
5	„ 34′	1 Daniell mit Wasser	35 C. M.	0	3—4 M.M.	Reizung	16
6	„ 35′					Ruhe	14
7	„ 36′					„	14
8	„ 37′	„	14 „	„	„	Reizung	14
9	„ 38′					Ruhe	13
10	„ 39′					„	13
11	„ 40′	„	25 „	„	„	Reizung	14
12	„ 41′					Ruhe	14
13	„ 42′					„	14

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	Zahl der Herzschläge in 1/4 Minute.
14	11 h. 43′	1 Daniell mit Wasser	28 C. M.	vollständig	3—4 M.M.	Reizung	16
15	„ 44′					Ruhe	13
16	„ 45′					„	14
17	„ 46′	„	„	1 Met.	„	Reizung	15
18	„ 47′					Ruhe	13
19	„ 48′					„	13
20	„ 49′	„	„	2 „	„	Reizung	15
21	„ 50′					Ruhe	12
22	„ 51′					„	14
23	„ 52′	„	„	3 „	„	Reizung	14
24	„ 53′					Ruhe	13
25	„ 54′	„	„	1 „	„	Reizung	15
26	„ 55′					Ruhe	14
27	„ 56′					„	13
28	„ 57′					„	12
29	„ 58′	„	27 „	„ „	„	Reizung	13
30	„ 59′					Ruhe	12
31	12 h.					„	11
32	„ 1′	„	34,5 „	„ „	„	Reizung	13!
33	„ 2′					Ruhe	13
34	„ 3′					„	13
35	„ 4′	„	„	„ „	„	Reizung	14
36	„ 5′	„	„	„ „	„	„	14
37	„ 6′					Ruhe	13
38	„ 7′					„	13
39	„ 8′	„	„	3 „	„	Reizung	13
40	„ 9′					Ruhe	13
41	„ 10′					„	13
		1 Daniell m. Schwefels. 20 %					
42	„ 11′	„	„	„ „	„	Reizung	13
43	„ 12′					Ruhe	12
44	„ 13′					„	12
45	„ 14′	„	„	4 „	„	Reizung	13
46	„ 15′					Ruhe	12
47	„ 16′					„	12
48	„ 17′	„	„	5 „	„	Reizung	13
49	„ 18′					Ruhe	12
50	„ 19′					„	12

Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	Zahl der Herzschläge in 1/4 Minute.
12 h. 20′	1 Daniell mit Schwefels. 20 %	34,5CM.	10 Met.	3—4 M.M.	Reizung	13
„ 21′					Ruhe	13
„ 22′					„	12
„ 23′	„	„	5 „	„	Reizung	13
„ 24′					Ruhe	12
„ 25′					„	12
„ 26′	„	„	10 „	„	Reizung	13
„ 27′					Ruhe	13
„ 28′					„	12
„ 29′	„	„	20 „	„	Reizung	13
„ 30′	„	„	30 „	„	„	13
„ 31′					Ruhe	14
„ 32′	„	„	50 „	„	Reizung	13½
„ 33′					Ruhe	13½
„ 34′	„	„	100 „	„	Reizung	14
„ 35′					Ruhe	13
„ 36′	„	„	200 „	„	Reizung	14½
„ 37′	„	„	300 „	„	„	14½
„ 38′	„	„	500 „	„	„	15
„ 39′					Ruhe	14

In dieser Versuchsreihe wurde 22 Mal die Reizung eingeleitet zwar 4 Mal mit dem Erfolg, dass die Frequenz in 1 Viertel ıte um 2 Schläge zunahm, 1 Mal um $1^1/_2$, 11 Mal um 1, 1 Mal $^1/_2$, 4 Mal um 0 und 1 Mal um $-\,^1/_2$. Unter den 4 erfolglosen ungen war offenbar 1 Mal (No. 8) die Reizung zu stark. Es also mit aller Bestimmtheit aus dieser Versuchsreihe hervor, dass schwache Vagus-Reizung die Frequenz des Herzschlags auch ı Frosche zu steigern vermag.

Das Maximum — Zunahme von 11 auf 13, also um $^2/_{11}$ der rünglichen Frequenz — wurde hier bei einer sehr schwachen ung beobachtet (No. 32).

Von nun an wurden die Versuche ohne alle Nebenschliessung angestellt.

Versuchsthier *b*.

21. December 1860. *Rana temporaria*. Nur der *R. cardiacus* wurde über das Elektrodenplättchen geschoben. Um 11 Uhr 10 Minuten war alles vorbereitet.

Tabelle XIV.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h. 16′				Ruhe	12	22½	32½	43
2	„ 17′				„	11	21	32½	43½
3	„ 18′				„	10½	21	32½	44
4	„ 19′				„	11	22	34	45
5	„ 20′				„	12	23	34	45½
6	„ 21′				„	12	23½	34	45
7	„ 22′	1 Grove	28 C. M.	3—4 M.M.	Reizung	12½	24	35	46
8	„ 23′				Ruhe	12	23½	34	46
9	„ 24′				„	11½	22½	33	45
10	„ 25′				„	12½	23½	35	47
11	„ 26′				„	12	23	34	45½
12	„ 27′				„	13	24	35½	47
13	„ 28′				„	12½	24	36	47½
14	„ 29′				„	12	24	36	47½
15	„ 30′	„	30 „	„	Reizung	12	24½	36	48
16	„ 31′				Ruhe	11½	23	35	46½
17	„ 32′	„	„	„	Reizung	13	25½	36	49
18	„ 33′				Ruhe	12	24	35	46½
19	„ 34′				„	13	25	36	47½
20	„ 35′				„	12	24	35½	46½
21	„ 36′				„	12	24	36	47
22	„ 37′				„	11½	23	34½	45½
23	„ 38′	„	„	„	Reizung	13	25	36	49
24	„ 39′				Ruhe	11	23	34½	46
25	„ 40′				„	12	24	35	47
26	„ 41′				„	12	23½	34	46
27	„ 42′	„	28 „	„	Reizung	13	25	37	49
28	„ 43′				Ruhe	11½	23	35	46
29	„ 44′	„	27 „	„	Reizung	13	24½	36	48

Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
11 h. 45′				Ruhe	11½	23½	34½	46
„ 46′				„	12½	24	35	47
„ 49′				„	12½	24	36	47½
„ 50′				„	11½	23	34	45
„ 51′	1 Grove	27 C. M.	3—4 M.M.	Reizung	12½	24	36	48
„ 52′				Ruhe	11	22	34	45
„ 53′	„	27½ „	„	Reizung	12	23½	35½	47
„ 54′	„	27½.26 „	„	„	11½	22	33½	45
„ 55′				Ruhe	10½	23	34½	46
„ 56′				„	11½	23½	35	46½
„ 57′				„	12	24	35½	47
„ 58′				„	12	23½	35	47
„ 59′	„	26 „	„	Reizung	12	23	35	48
12 h.	„	30 „	„	„	11½	23	34½	46½
„ 1′				Ruhe	11½	22½	34	46
„ 2′				„	11½	22½	34½	46
„ 3′	„	26 „	„	Reizung	12	24	35½	47½
„ 4′				Ruhe	10½	22	33½	45
„ 5′	„	25 „	„	Reizung	12	24	35½	47½
„ 6′				Ruhe	10½	22	33	44½
„ 7′	„	24 „	„	Reizung	12½	24	36	49
„ 8′				Ruhe	11½	23	34	46
„ 9′				„	12	22½	34	45

Die Tabelle erklärt sich selbst. Das Maximum der Zunahme ist o. 50 beobachtet, von 44,5 auf 49 Schläge, also um 4,5 Schläge wenig über $^1/_{10}$ der Frequenz, wie sie in der vorausgehenden bestand.

Versuchsthier c[1]).

26. Dec. Bei einer *Rana temporaria* wurde ein Vagus blossgelegt.

) Diese Versuchsreihe verdanke ich den Herren Hufschmid und Gascard.

Tabelle XV.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 15′	1 Grove	—8½ C.M.	3—4 M.M.	Reizung	0			
2	„ 20′				Ruhe	12	23	35	47½
3	„ 21′	„	20 „	„	Reizung	13	25	38	51
4	„ 22′				Ruhe	12	23½	36	48
5	„ 23′	„	18 „	„	Reizung	14	27	39	52½
6	„ 24′				Ruhe	12	23	34	46½

Versuchsthier *d*[1]).

27. Dec. 1860. Einer *Rana temporaria* wurde der linke Vagus blossgelegt.

Tabelle XVI.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	10 h. 1′	1 Grove	—8½ C.M.	3—4 M.M.	Reizung	0			
2	„ 2′				Ruhe	8	15	21½	27½
3	„ 3′				„	6½	12	19½	26½
4	„ 4′				„	7	14	22	29
5	„ 5′				„	7	13½	21	27½
6	„ 6′	„	20 „	„	Reizung	8	15½	21	24
7	„ 7′				Ruhe	5	11½	18	25
8	„ 8′				„	—	11½	18	26
9	„ 9′	„	28 „	„	Reizung	8	16	24	32
10	„ 10′	„	„ „	„	„	7½	15	23	31
11	„ 11′				Ruhe	7	14	21	28
12	„ 12′	„	27 „	„	Reizung	8	16½	24	33
13	„ 13′				Ruhe	7½	15	23	31½
14	„ 14′				„	7½	13½	20½	29
15	„ 15′	„	25 „	„	Reizung	9½	19	28	36½
16	„ 16′				Ruhe	8½	17½	26	35

[1]) Versuche von den Herren Gascard und Hufschmid.

Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
10 h. 17′				Ruhe	8	16	—	34
„ 18′	1 Grove	25 C. M.	3—4M.M.	Reizung	10	19½	28½	38½
„ 19′				Ruhe	9	19	28	37½
„ 20′				„	9½	19	28	37½
„ 21′				„	9½	18½	27	36½
„ 22′	„	24 „	„	Reizung	10	19	28½	37½
„ 23′				Ruhe	9½	18	27½	36½
„ 24′				„	10	18½	26	34½
„ 25′	„	23 „	„	Reizung	10	18½	27	36
„ 26′	„	23,26 „	„	„	7½	15	21	26½
„ 27′				Ruhe	6	12½	18½	26
„ 28′				„	7	14	21	28
„ 29′	„	25 „	„	Reizung	9	17½	26	35
„ 30′				Ruhe	9	18	27	36½
„ 31′				„	9	18½	27	36
„ 32′	„	„	„	Reizung	10	19	27½	36½
„ 33′	„	„	„	„	9	18	27	36
„ 34′				Ruhe	8½	17	26	35
„ 35′				„	9½	18½	27	35
„ 36′				„	8½	16½	25	33
„ 37′	„	25 „	„	Reizung	9½	19	27½	36½
„ 38′	„	„	„	„	9	18	27½	36½
„ 39′				Ruhe	9	18	27	35½
„ 40′				„	8½	17½	26½	35
„ 41′				„	8½	17½	26	35
„ 42′	„	„	„	Reizung	9½	18½	27½	36½
„ 43′	„	24 „	„	„	9½	19	27½	36
„ 44′				Ruhe	8	17½	26	35
„ 45′				„	8	18	26½	36
„ 46′	„	0	„	Reizung	0			

In dieser Versuchsreihe ist offenbar in Folge wiederholter Rei-
der Herzschlag bleibend häufiger geworden. Die Reizung bei
n Rollenabstand von 20 C. M. war noch etwas zu stark, um
uenzvermehrung zu bewirken (No. 6). Sonst hat jede Reizung
Frequenz gegen die vorhergehende Ruhe gesteigert. Das Maxi-
ist in No. 15 beobachtet, wo die Frequenz von 29 auf 36½

Schläge stieg, also um $7^1/_2$ Schläge in der Minute oder um reichlich $^1/_4$ der Häufigkeit während der Ruhe.

Versuchsthier *e.*

18. December 1860. Einer *Rana temporaria,* für deren linken Vagus die richtige Stärke des elektrischen Reizes nicht zur rechten Zeit gefunden ward, wurde rechts der Vagus blossgelegt, und darauf das Elektrodenplättchen unter den *Ramus cardiacus* gebracht.

Tabelle XVII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 56′				Ruhe	11	21	31	40
2	„ 57′	1 Grove	36 C. M.	3—4M.M.	Reizung	10	21	32	44
3	„ 58′				Ruhe	11	20	37	35
4	„ 59′	„	„	„	Reizung	9	19	29	38
5	1 h.				Ruhe	8	17	23	30
6	„ 1′	„	„	„	Reizung	8	14	24	34
7	„ 2′	„	„	„	„	10	21	31	42
8	„ 3′				Ruhe	9	20	30	40
9	„ 4′				„	9	19	29	40

Diese Reihe verdient ein besonderes Interesse dadurch, dass in den ersten 5 Minuten die Frequenz ohne Reizung stetig sank (No. 1, 3, 5), von 40 auf 35 und 30 Schläge in der Minute, während trotzdem jede Reizung eine vermehrte Häufigkeit des Herzschlags hervorbrachte; ja, eine Reizung, die 2 Minuten lang fortdauerte, steigerte die Zahl der in einer Minute erfolgenden Herzbewegungen von 30 auf 42 (No. 5 bis 7). Das ergiebt eine Zunahme von 12 Schlägen oder von $^2/_5$ der Frequenz, welche in der vorhergehenden Ruhe beobachtet wurde. Und diese Reizung hatte eine solche Nachwirkung, dass in der Ruhe nachher (No. 8, 9) wieder die ursprüngliche Frequenz bestand.

Hier liegt ein Maximalwerth der Steigerung vor, welcher den bei Kaninchen durch elektrische Reizung hervorgebrachten [$^2/_9$, siehe

S. 422] bedeutend übertrifft. Auch in Schiff's reichen Tabellen habe ich keine gleich bedeutende relative Zunahme gefunden. S. 231 des VI. Bandes dieser Untersuchungen findet sich in der Tabelle rechts ein Fall verzeichnet, in welchem eine Reizung mit einem möglichst schwachen Elemente, welches eben noch hinreichte, die Feder in Bewegung zu setzen (a. a. O. S. 211, Note), bei einem Rollenabstand von 12,3 C. M. [1]), eine Zunahme von $71\frac{1}{2}$ auf 91 Schläge hervorbrachte. Dies giebt allerdings eine absolute Vermehrung um 19,5 Schläge, aber nur eine relative Zunahme von $\frac{3}{11}$ der Frequenz in der unmittelbar vorausgehenden Ruhe.

Versuchsthier *f.*

13. December 1860. Der linke Vagus *(R. laryngeus* et *R. intestinalis)* einer *Rana temporaria* lag auf den Elektroden.

Tabelle XVIII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Nebenschliessung.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12h.25′					Ruhe	9	18	27	36
2	„ 26′					„	9	18	27	$35\frac{1}{2}$
3	„ 27′	1 Grove	28 C.M.	2 Mt.	3–4 M.M.	Reizung	9	18	27	36
4	„ 28′	„	„	„	„	„	9	18	27	36
5	„ 29′	„	„	2002 „	„	„	9	18	27	36
6	„ 30′	„	„	7002 „	„	„	9	18	27	36
7	„ 31′	„	„	0	„	„	$9\frac{1}{2}$	$20\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{2}$	$41\frac{1}{2}$
8	„ 32′					Ruhe	10	20	30	40
9	„ 33′					„	$9\frac{1}{2}$	19	28	38
10	„ 34′					„	9	$18\frac{1}{2}$	28	$37\frac{1}{2}$
11	„ 35′					„	9	$18\frac{1}{2}$	28	$37\frac{1}{2}$

[1]) Schiff mass den Abstand der Rollen nach Wiener Zoll. Ich habe bei der Reduction auf die hier gewählte Bezeichnungsweise den Wiener Zoll zu 2,6 C. M. angenommen, und nachher die Länge der secundären Rolle (8,5 C. M. an meinem Schlittenapparat) abgezogen, weil Schiff „den Abstand beider Rollen vom vorderen Rande einer jeden an gemessen" hat. A. a. O. S. 211. $8 \times 2{,}6 - 8{,}5 = 12{,}3$.

Hier war die Reizung zu schwach, so lange eine Nebenschliessung bestand, und so habe ich es in mehreren Versuchen, deren Mittheilung werthlos wäre, gefunden. Darauf gründet sich mein Ausspruch, dass im Allgemeinen der Vagus beim Frosch stärker als beim Kaninchen gereizt werden muss, wenn man den Herzschlag häufiger machen will (vgl. oben S. 404 und 435). Es will dies um so mehr sagen, da der dünne Frosch-Vagus schon bei gleicher Stromstärke viel dichteren Strömen ausgesetzt wird als der so viel dickere Nerv beim Kaninchen.

Sowie die Nebenschliessung weggelassen wurde, nahm die Frequenz um $5^1/_2$ Schläge ($^2/_{13}$ der ursprünglichen) zu. Aber auch hier ergab sich, dass die Reizung sehr wirksam sein kann, ohne dass dies bereits in der ersten Viertelsminute deutlich hervorzutreten braucht. Irre ich nicht, dann erklärt sich das negative Ergebniss, welches Pflüger öfters (nicht immer!) erhalten hat, daraus, dass er bald zu schwach (bei allzugrossem Rollenabstand) und bald zu kurz (nur eine Viertelsminute) reizte. Jedenfalls ist ihm die erforderliche Abstufung nicht gelungen, und Schiff hat ganz richtig auseinandergesetzt, warum sie ihm nicht gelingen konnte. Ein Forscher, der seine Gaben so schön beurkundet hat, wie Pflüger in seinen Untersuchungen über den Elektrotonus, durch welche unstreitig, seit Du Bois-Reymond's Arbeiten, die wichtigsten Thatsachen auf dem Gebiet der thierischen Elektricitätslehre aufgedeckt wurden, wird nicht anstehen, auch in dieser Sache die Wahrheit zu erkennen, wenn er die Methoden anwendet, deren Auffindung mir durch seine Einführung des Rheostats bei ähnlichen Studien wesentlich erleichtert worden ist.

So weit schlossen wir uns für den Frosch an Schiffs Arbeit an, und ich betone hier noch einmal, dass wir die von ihm entdeckten Thatsachen durchweg bestätigt fanden.

In manchen Fällen hatte ich schon früher wiederholt gesehen, dass man auch durch eine Reizung des Laryngeus allein, je nach der Stärke des Reizes und je nachdem der Nervenast mehr oder weniger ermüdet ist, verminderte oder vermehrte Frequenz des Herz-

schlags erzeugen kann. Leider hatte damals die schwebende Frage noch nicht die Wichtigkeit für mich, welche sie heute besitzt, und systematische Zählungen wurden daher nicht vorgenommen. Dies geschah daher jetzt bei mehren Fröschen.

Die folgenden Versuchsreihen, in welchen durch Reizung eines Vagus-Astes, der nicht zum Herzen geht, die Frequenz des Herzschlags gesteigert wurde, werde ich an eine von Du Bois-Reymond gewählte Bezeichnung („paradoxe Zuckung“) mich anschliessend, als

paradoxe Frequenzvermehrung

bezeichnen. Da eine Reizung des centralen Vagusendes keine vermehrte Frequenz des Herzschlags zur Folge hat, so lässt sich die durch Reizung des Laryngeus hervorgebrachte (auch nach peripherischer Durchschneidung des Astes zu erzielende) nur durch eine secundäre, elektrotonische Reizung der im Vagusstamme nach dem Herzen verlaufenden Fasern erklären.

Versuchsthier *g*.

13. December 1860. *Rana temporaria*. Links der Laryngeus (ohne peripherisch durchschnitten zu sein) auf den Elektroden.

Tabelle XIX.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 41′				Ruhe	9	18	27½	36½
2	„ 42′				„	9	18	27½	36½
3	„ 43′				„	9½	18½	27½	36
4	„ 44′				„	9½	18	27½	35½
5	„ 45′	1 Grove	—8½ C.M.	3—4 M. M.	Reizung	10½	21	Keine Reizung	
6	„ 46′	„	0 „	„	„	10½	21	32	42
7	„ 47′				Ruhe	10	19	30	38½
8	„ 48′				„	10	18	26	32½

Es wurde also durch Reizung des Laryngeus allein, und zwar durch eine starke Reizung, wie sie am Cardiacus oder am Vagus

selbst unfehlbar Stillstand des Herzens hervorgebracht hätte, eine Steigerung der Frequenz bewirkt, von $35^1/_2$ auf 42 Schläge, oder um reichlich $^2/_{11}$ der ursprünglichen Frequenz.

Versuchsthier *a*.

14. December 1860. *Rana temporaria.* Linker Laryngeus, nicht peripherisch durchschnitten.

Tabelle XX.

Nummer der Beobachtung	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h. 22′				Ruhe	11	23	34	45
2	„ 23′				„	11	22½	34	45
3	„ 24′				„	11½	22½	34	45½
4	„ 25′	1 Grove	—8½ C.M.	3–4 M. M.	Reizung	12	24	35	46
5	„ 26′				Ruhe	9	19½	30	41
6	„ 27′	„	„	„	Reizung	12	23½	34½	45
7	„ 28′				Ruhe	10	20	31	41½
8	„ 29′	„	„	„	Reizung	12	23	34	44½
9	„ 30′				Ruhe	10½	21	33	43½
10	„ 31′				„	12	23½	35	45
11	„ 32′				„	11	22	33	44
12	„ 33′				„	11	22½	34	45
13	„ 34′				„	11	22	33½	44
14	„ 35′				„	11	22½	33	43

Jede Reizung des Laryngeus vermehrte die Frequenz des Herzschlags, und zwar einmal (No. 6) gleich in der ersten Viertelsminute von 9 auf 12, also um $^1/_3$ der Frequenz, die in der Ruhe bestand.

Versuchsthier *b*.

21. December 1860. *Rana temporaria.* Laryngeus um 12 h 32′ blossgelegt.

Tabelle XXI.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 34′				Ruhe	13	25½	38	50
2	„ 35′				„	12	24½	37½	48½
3	„ 36′	1 Grove	0	3–4 M. M.	Reizung	13	24½	—	—
4	„ 37′				Ruhe	12	25	37½	50
5	„ 38′				„	12	24½	37	49
6	„ 39′	„	+ 2 C. M.	„	Reizung	13	26	38½	51
7	„ 40′				Ruhe	12½	25	37	49
8	„ 41′	„	+ 4 „	„	Reizung	13	26	38½	51
9	„ 42′				Ruhe	13	25	37	49
10	„ 43′				„	12½	25	37	49
11	„ 44′	„	0. +1 „	„	Reizung	13	24½	36	48
12	„ 46′	„	—8½ „	„	„	12	25	37½	50½
13	„ 47′				Ruhe	6	17	29	40½
14	„ 48′	„	„	„	Reizung	13	25½	37	50
15	„ 49′				Ruhe	—	25½	38	49
16	„ 50′				„	11½	24	36	48

Erst als die Rollen über einander geschoben waren, ergab sich die stärkste Zunahme der Frequenz (No. 12, 14). Wie bei der paradoxen Zuckung, so ist zur Hervorbringung der paradoxen Frebuenzvermehrung eine starke Reizung erforderlich.

Versuchsthier.

Rana temporaria. Laryngeus, peripherisch durchschnitten, centrales Ende gereizt.

Tabelle XXII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand. des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 46′				Ruhe	11	22	33	44
2	„ 47′	1 Daniell mit Wasser	—8½ C.M.	3–4 M. M.	Reizung	11½	23	34½	46
3	„ 48′				Ruhe	11	22½	33	45
4	„ 49′				„	11	22½	33½	44½
5	„ 50′				„	11	21½	32½	44

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
6	12 h. 51′				Ruhe	10½	22	33	44
7	„ 52′				„	10½	21½	31½	42½
8	„ 53′	1 Daniell mit Wasser	—8½ C.M.	3–4 M.M.	Reizung	12	23	33½	44½
9	„ 54′	„	„	„	„	12	23	34	45
10	„ 55′				Ruhe	11	22	33	44
11	„ 56′				„	11½	23	33	44½
12	„ 57′				„	12½	23½	34	45

Obgleich die Frequenzvermehrung gegen die zuletzt vorausgegangene Ruhe in No. 2 nur $^1/_{22}$ und in No. 9 nur $^1/_{17}$ betrug, ist doch unzweifelhaft in dieser Versuchsreihe die vermehrte Häufigkeit des Pulses als eine Wirkung der Reizung zu deuten. Während der Ruhe sank die Frequenz in 5 Minuten allmälig von 46 auf 42½ (siehe No. 3 bis 7); dann bewirkt die Reizung sogleich wieder vermehrte Frequenz, die sich während der zweiten Minute, in welcher die Reizung fortgesetzt ward, behauptet (No. 8, 9), und diese länger fortgesetzte Reizung hatte, wie so oft, eine deutliche Nachwirkung (No. 10—12).

Ich habe in einzelnen Fällen beobachtet, dass ein Herz, welches stillstand, durch eine schwache elektrische Reizung wieder zu pulsiren begann. Beim Kaninchen wurde dies nur ein einziges Mal gesehen, und da es öfters fruchtlos versucht ward, das nicht mehr pulsirende Herz durch Reizung des Vagus wieder in Thätigkeit zu versetzen, obwohl directe Reizung des Herzens noch eine oder mehre regelmässige Zusammenziehungen zur Folge hatte, so muss man wohl schliessen, dass der Vagus in der Regel früher abstirbt als das Herz.

Wenn man bei einem erschöpften Frosche durch eine starke Vagusreizung (1 Daniell mit SO^3 20 %, Rollenabstand — 8½ C. M.) einen lange anhaltenden Herzstillstand erzeugt, einen Stillstand, welcher die Reizung lange überdauert, dann beginnt die Pulsation so-

gleich auf's Neue, wenn man mit schwachen Wechselströmen (Rollenabstand 35 C. M.) den Vagus reizt.

Ist der Puls bei Fröschen, denen viel zugemuthet wurde, sehr selten und unregelmässig geworden, dann kann durch eine passende Vagusreizung sogleich wieder ein Herzschlag von mittlerer Frequenz und grosser Regelmässigkeit hervorgerufen werden. Die folgende Tabelle enthält ein lehrreiches Beispiel dieser Art:

Tabelle XXIII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Galvanische Vorrichtung.	Rollenabstand.	Elektrodenabstand.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 35′				Ruhe	2	—	3	5
2	„ 36′	1 Daniell, Schwefels. 10%	+ 6 C. M.	3–4 M. M.	Reizung	6½	19	30½	41
3	„ 37′		+ 5½ „	„	„	10½	21	32	42

Zweimal habe ich bei einem Kaninchen, dessen Vagus stark und wiederholt gereizt worden war, an dem blossliegenden Herzen, die Kammersystole in zwei deutlichen Absätzen erfolgen sehen, einen sehr ausgebildeten *pulsus dicrotus* darstellend; in anderen Fällen wurde die Erscheinung vermisst. Es handelt sich dabei nicht um jene Form der Zusammenziehung, die man unter ähnlichen Umständen am Froschherzen oft genug beobachtet, bei welcher verschiedene Theile der Kammer sich ungleichzeitig verkürzen, sondern um eine Zusammenziehung der ganzen Kammer, die vor ihrem Ende, in unvollkommener Systole, eine Pause macht und dann erst sich vollendet.

III. Mechanische Reizversuche.

Gleich der erste Versuch, der an einem Kaninchen gemacht wurde, gab ein durchaus befriedigendes Resultat, die Aussage Schiff's bestätigend [1]) und im Einklang mit den Ergebnissen der elektrischen Reizung. Natürlich sind die mechanischen Reizversuche schwieriger

[1]) Schiff, Lehrbuch der Physiologie, S. 417 und diese Untersuchungen, Bd. VI, S. 232.

anzustellen als die elektrischen, weil eine so sichere Abstufung des Reizes nicht hervorgebracht werden kann. Durch eine allmälige Dehnung lässt sich inzwischen ein Erfolg erzielen, der nichts zu wünschen übrig lässt.

Versuchsthier L.

7. November 1860. Um 11 h 13′ waren bei einem Kaninchen beide Vagi blossgelegt worden. Unter jeden der beiden war ein seidener Faden geführt, und mit diesen Fäden wurden die Nerven wieder in die Wunde gebracht. Die Nerven waren nicht durchschnitten.

Tabelle XXIV.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Art der Reizung.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h. 14′		Ruhe	39	78	120	160
2	„ 15′		„	43	87	132	178
3	„ 16′		„	42	85	129	173
4	„ 17′		„	41	83	128	172
5	„ 18′	Unter jeden Nerven wurde eine Glasplatte geschoben	Reizung	45	92	142	191
6	„ 19′		„	47	93	138	185
7	„ 24′		Ruhe	41	83	128	172
8	„ 29′		„	41	83	128	171
9	„ 32′	Bewegung der Glasplättchen . .	Reizung	49	99	146	193
10	„ 34′		Ruhe	47	93	141	190
11	„ 36′	Zartes Bürsten beider Nerven mit einem steifhaarigen Pinsel . . .	Reizung	46	99	145	189
12	„ 37′		Ruhe	46	92	141	187
13	„ 38′		„	46	94	145	195
14	„ 39′		„	44	91	141	188
15	„ 40′		„	44	92	143	193
16	„ 41′		„	44	89	138	187
17	„ 43′		„	43	90	137	185
18	„ 44′		„	43	89	136	184
19	„ 45		„	43	87	133	180
20	„ 46′	Druck mit drei passend gekrümmtem Eisendrähten	Reizung	48	98	142	190
21	„ 47′		Ruhe	47	97	144	189
22	„ 48′		„	47	99	146	194

Zeit.	Art der Reizung.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
11 h. 49′		Ruhe	50	101	149	197
„ 50′		„	49	101	149	196
„ 51′		„	49	101	149	196
„ 52′		„	49	100	147	195
„ 53′		„	50	102	150	200
„ 54′		„	44	91	141	192
„ 55′		„	46	95	147	199
„ 56′		„	46	96	145	197
„ 57′		„	49	98	150	205
„ 58′		„	46	94	144	194
2 h. 2′		„	46	95	148	199
„ 3′		„	47	96	147	199
„ 4′	Starkes Bürsten beider Nerven	Starke Reizung	48	91	141	194
„ 6′		Ruhe	45	91	138	189
„ 7′		„	47	96	146	197
„ 8′	Die Vagi mit Fäden umschlungen, welche nicht angezogen wurden, und in die Wunde zurückgebracht	Reizung	50	101	154	205
„ 9′		Ruhe	49	99	151	204
„ 10′		„	48	99	151	204
„ 11′		„	49	102	156	210
„ 12′		„	49	99	150	204
„ 13′	Dehnung durch Anziehung der Fäden	Reizung	48	99	152	208
„ 14′		Ruhe	48	99	150	204
„ 15′	Zuschnüren der Fäden, starke Zuckungen des Thiers	Starke Reizung	47	88	138	191
„ 16′	Anziehen der Fäden	Reizung	50	99	151	205
„ 17′		Ruhe	45	95	147	200
„ 18′		„	46	95	146	199
„ 19′	Starkes Kneipen mit der Pincette	Starke Reizung	43	90	139	188

No. 8 bewirkte eine gelinde mechanische Reizung eine Frequenzzunahme um 19, in No. 9 um 22, in No. 11 um 9 Schläge in der Minute. Nach jeder dieser Reizungen nahm die Frequenz wieder ab. No. 20 von Neuem ein Häufigerwerden des Pulses um 10 Schläge, und dann eine bedeutende Nachwirkung von No. 21 bis 34. Nachdem hierauf stark gereizt wurde, nahm die Zahl der Herzschläge

um 5 in der Minute ab (No. 35), sank in der nächsten Ruhemin noch tiefer, um sich dann wieder zu heben, was durch eine gel Reizung (No. 38) noch befördert wurde (No. 38, 43).

Starke Reizung brachte in No. 45 und No. 49 ein Sinken d Frequenz hervor.

Versuchsthier M.

12. November 1860. Bei einem Albinokaninchen wurde d linke Vagus frei präparirt, und ein langer Seidenfaden darunter hi geführt. Die beiden Enden des Fadens wurden über einen Glass geleitet, ein kleines Häkchen daran gebunden und hieran versch dene Gewichte gehängt. Die Erfolge, welche die hierdurch bewir gelindere oder stärkere Dehnung hervorbrachte, finden sich in

Tabelle XXV.

Nummer der Beobachtung.	Zeit.	Gewicht, durch welches die Dehnung hervorgebracht wurde.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	11 h. 50′		Ruhe	50	101	156	210
2	„ 51′		„	52	107	164	221
3	„ 52′		„	49	100	155	210
4	„ 53′		„	50	105	162	219
5	„ 54′		„	52	105	161	216
6	„ 55′	5,9 Gramm	Reizung	61	119	177	234
7	„ 56′		Ruhe	53	108	165	222
8	„ 57′		„	52	108	167	225
9	„ 58′		„	51	105	160	217
10	12 h. 2′		„	51	104	161	217
11	„ 3′	„	Reizung	54	110	167	227
12	„ 4′		Ruhe	47	97	152	207
13	„ 5′		„	51	106	164	222
14	„ 6′		„	52	107	165	220
15	„ 7′	2 Gramm	Reizung	53	108	163	220
16	„ 8′	„	„	53	106	160	217
17	„ 9′		Ruhe	52	106	163	219
18	„ 10′		„	52	106	161	210
19	„ 11′		„	52	107	166	224
20	„ 12′		„	51	107	163	220

Nummer der Beobachtung	Zeit	Gewicht, durch welches die Dehnung hervorgebracht wurde.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
21	12 h. 13′	0,7 Gramm	Reizung	51	103	160	212
22	„ 14′	8,5 „	„	50	99	148	200
23	„ 15′		Ruhe	51	106	161	220
24	„ 16′	26 „	Reizung	48	95	144	190
25	„ 17′	36 „	„	36	75	123	168
26	„ 18′		Ruhe	40	77	123	174
27	„ 19′		„	43	88	137	187

Schwache Dehnung hat also die Frequenz um 10 bis 18 Schläge in der Minute vermehrt (No. 11 und No. 6); sie wurde durch 5,9 Gramm bewirkt. Zwei Gramm war zu wenig (No. 15), 8,5 Gramm zu viel (No. 22). Und eine starke Dehnung (26 bis 36 Gramm) drückte die Frequenz um 30 bis 52 Schläge herunter (No. 24, 25).

Bei demselben Kaninchen wurde auch der rechte Vagus zu mechanischen Reizversuchen durch dasselbe Verfahren benützt.

Tabelle XXVI.

Nummer der Beobachtung	Zeit.	Gewicht, durch welches die Dehnung bewirkt wurde.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	12 h. 42′		Ruhe	45	96	146	194
2	„ 43′		„	45	93	143	193
3	„ 44′	5,9 Gramm	Reizung	48	101	156	211
4	„ 45′	„	„	50	97	151	208
5	„ 46′		Ruhe	46	96	148	200
6	„ 47′		„	44	93	144	196
7	„ 50′		„	48	98	151	203
8	„ 51′	„	Reizung	50	101	156	212
9	„ 52′		Ruhe	48	96	144	196
10	„ 53′		„	47	97	147	197
11	„ 54′	„	Reizung	50	100	157	211
12	„ 55′		Ruhe	46	95	145	200
13	„ 56′		„	49	101	151	200
14	„ 57′	36 Gramm	Reizung	48	100	153	207
15	„ 58′	50 „	„	50	104	154	207
16	„ 59′		Ruhe	48	96	146	197

Es wurde in dieser Versuchsreihe viermal gereizt, jedesmal bewirkte die Reizung eine erhöhte Frequenz, und jedesmal wurde der Herzschlag sogleich in der darauf folgenden Ruhe seltener.

Die Zunahme der Häufigkeit betrug 7 bis 18 Schläge in der Minute, $^1/_{29}$ bis $^1/_{11}$ der Frequenz, die in der Ruhe bestand.

IV. Chemische Reizversuche.

1. Versuche an Kaninchen.

Versuchsthier N.

14. November 1860. Der linke Vagus eines grauen Kaninchen wurde, ohne durchschnitten zu sein, auf ein Glasplättchen gelegt. Als Nervenreiz wurde rasches Austrocknen benützt, das dadurch erzielt wurde, dass zu beiden Seiten neben den Nerven grosse Chlorcalciumstücke gelegt wurden. Diese wurden so oft entfernt und durch andere ersetzt, als sich nur der geringste Anflug von Feuchtigkeit zeigte, so dass niemals ein Tropfen auf die Glasplatte floss.

Wie die Reizung aufgehoben werden sollte, wurde das Chlorcalcium ganz entfernt, die Glasplatte, ohne sie zu verrücken, neben dem Nerven sorgfältig gereinigt, und darauf der Nerv mit einem Gemenge von 1 Raumtheil Hühnereiweiss mit 10 Raumtheilen Wasser, welches auf 30° C. erwärmt war, reichlich benetzt. Dabei wurde jede mechanische Reizung auf's Sorgfältigste vermieden.

Tabelle XXVII.

Numm. d. Beob.	Zeit.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
1	11 h. 27′	Ruhe	41	83	127	172	
2	„ 28′	„	41	81	126	171	
3	„ 29′	Reizung	40	83	127	173	
4	„ 30′	„	40	84	130	174	
5	„ 31′	„	—	—	131	177	
6	„ 32′	„	—	86	131	177	
7	„ 33′	„	41	84	130	177	
8	„ 34′	„	42	86	132	179	

Numm. d. Beob.	Zeit.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
9	11 h. 35′	Reizung	44	88	135	183	
10	„ 36′	„	44	88	136	184	
11	„ 37′	„	43	88	136	184	
12	„ 38′	„	43	87	135	182	
13	„ 39′	„	42	87	134	182	
14	„ 40′	„	44	90	138	186	
15	„ 41′	„	44	89	137	187	
16	„ 42′	„	45	91	139	188	
17	„ 43′	„	44	91	141	190	
18	„ 44′	„	46	93	143	194	
19	„ 45′	„	46	—	145	196	
20	„ 46′	„	45	93	144	196	
21	„ 47′	„	47	97	148	202	
22	„ 48′	„	46	95	147	199	
23	„ 49′	„	46	97	147	200	
24	„ 50′	„	46	95	148	201	
	„ 51′	Ruhe	48	99	149	200	
	„ 52′	„	47	96	148	200	
	„ 53′	„	48	96	144	195	Zuckungen.
	„ 54′	„	43	91	141	191	
	„ 55′	„	45	93	142	192	
	„ 56′	„	44	92	—	188	
	„ 57′	„	43	90	136	185	
	„ 58′	„	45	91	139	186	
	„ 59′	„	43	86	131	178	
12 h.		„	43	87	134	181	
„	1′	„	39	80	—	165	

Das fortschreitende Austrocknen steigerte also die Häufigkeit Herzschlags allmälig und sehr stetig von 171 bis auf 202 21), also um 31 Schläge in der Minute oder um $^2/_{11}$ der urglichen Frequenz in der Ruhe. Da sich die Frequenz in No. 22 sehr nahezu auf dieser Höhe hielt, begann nach Ablauf der inute nach 11 h das Befeuchten, und hierdurch wurde die Frein Zeit von 11 Minuten wieder von 200 auf 165 Schläge in inute heruntergebracht.

arauf wurde der rechte Vagus desselben Kaninchens dem gleiVerfahren unterworfen.

Tabelle XXVIII.

Numm. d. Beob.	Zeit.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
1	12 h. 7′	Ruhe	44	89	136	182	
2	„ 8′	„	43	86	133	180	
3	„ 9′	Reizung	43	87	133	181	
4	„ 10′	„	43	88	135	182	
5	„ 11′	„	43	87	134	181	
6	„ 12′	„	43	87	136	184	
7	„ 13′	„	43	88	136	184	
8	„ 14′	„	43	89	137	185	
9	„ 15′	„	44	90	138	187	
10	„ 16′	„	45	91	142	192	
11	„ 17′	„	47	96	146	196	
12	„ 18′	„	46	94	145	198	
13	„ 19′	„	47	96	147	199	
14	„ 20′	„	47	97	147	198	
15	„ 21′	„	47	96	149	201	
16	„ 22′	„	47	97	147	198	
17	„ 23′	Ruhe	46	92	142	190	Zuckungen
18	„ 24′	„	44	90	141	191	
19	„ 25′	„	—	90	139	187	
20	„ 26′	„	46	93	142	191	
21	„ 27′	„	—	92	141	191	
22	„ 28′	„	44	93	141	191	
23	„ 29′	„	44	92	140	189	
24	„ 30′	„	45	91	138	187	
25	„ 31′	„	43	87	132	180	

Durch das allmälige Austrocknen wächst die Häufigkeit der Herzbewegungen in 13 Minuten von 180 auf 201 (No. 15), und in Folge der Befeuchtung nimmt sie allmälig wieder bis um 18 Schläge in der Minute ab (vgl. No. 16 und No. 25), und zwar in einem Zeitraum von 9 Minuten.

Versuchsthier O.

13. November 1860. Kaninchen. Linker Vagus. Behufs der chemischen Reizung wird der Nerv, der zuvor undurchschnitten auf ein Glasplättchen gebracht war, mit einer Kochsalzlösung befeuchtet, welche durch Vermischung von 1 Raumtheil gesättigter Lösung mit

3 Raumtheilen destillirten Wassers erhalten war. Um die Reizung aufzuheben, ward der Nerv, nachdem die Kochsalzlösung vom Glasplättchen mittelst eines Schwämmchens entfernt war, mit destillirtem Wasser ausgewaschen. Dann ward die Reizung wiederholt und darauf die Ruhe wiederhergestellt, indem der Nerv, nach Entfernung der Kochsalzlösung, möglichst weit nach der Peripherie hin durchschnitten und darauf das ganze blossliegende Stück des Nerven ausgeschnitten wurde. Die einzelnen Akte sind in der Tabelle genau verzeichnet.

Tabelle XXIX.

Numm. d. Beob.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
1	11 h. 18′		Ruhe	43	88	123	168	
2	„ 19′		„	41	82	124	169	
3	„ 20′		„	39	80	121	166	
4	„ 21′	Befeuchtung mit d. Kochsalzlösung	Reizung	41	86	131	179	
5	„ 22′	„	„	36	80	127	176	Zuckungen
6	„ 23′		„	40	90	138	185	
7	„ 24′		„	43	88	136	184	
8	„ 25′		„	43	88	138	190	
9	„ 26′	„	„	46	94	144	195	
10	„ 27′	„	„	48	95	146	197	
11	„ 32′	Auswaschen mit destillirt. Wasser	„	47	95	149	204	
12	„ 33′	„	„	51	—	164	225	
13	„ 34′	„	„	55	115	175	231	
14	„ 35′		Ruhe	51	105	161	209	
15	„ 36′		„	53	105	161	207	
16	„ 37′		„	49	101	157	210	
17	„ 38′		„	—	100	151	206	
18	„ 39′		„	48	97	148	198	
19	„ 40′		„	44	93	143	194	
20	„ 41′		„	45	91	141	190	Zuckungen
21	„ 42′		„	46	95	146	199	
22	„ 43′		„	45	94	144	195	
23	„ 44′		„	46	94	144	195	
24	„ 45′	Befeuchtung mit d. Kochsalzlösung	Reizung	45	94	146	198	
25	„ 46′	„	„	47	97	149	200	

Numm. d. Beob.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
26	11 h. 47′	Befeuchtung mit d. Kochsalzlösung	Reizung	50	99	152	204	
27	„ 48′		„	49	98	150	205	
28	„ 49′		„	50	104	160	217	
29	„ 50′		„	50	101	156	210	
30	„ 51′		„	50	102	157	211	
31	„ 53′	Ausschneidung des Nerven	Ruhe	48	97	149	201	
32	„ 54′		„	48	98	150	205	
33	„ 55′		„	49	99	151	203	
34	„ 56′		„	48	100	153	206	

Unter der Einwirkung des Kochsalzes stieg zunächst die Frequenz von 166 (No. 3) auf 197 (No. 10). Nach Allem, was durch die bisherigen Versuche ermittelt wurde, wird es aber als gerechtfertigt erscheinen, dass ich auch den Zustand des Nerven in No. 11 bis 13 als den der Reizung bezeichne. Ist doch gar nicht anders anzunehmen, als dass anfangs die Befeuchtung des Nerven mit destillirtem Wasser nur die fortschreitende Diffusion des in den Nerven eingedrungenen Chlornatriums beförderte. Das Maximum des Reizerfolges ist also erst in No. 13 mit 231 Schlägen in der Minute erreicht. Es ist dies die höchste Zunahme, die ich überhaupt bis jetzt durch Reizung des Vagus in der Häufigkeit der Herzschläge beim Kaninchen hervorbrachte: 65 Schläge oder $^2/_5$ der Frequenz in der Ruhe.

Nach und nach sank dann die Pulsfrequenz in Zeit von 6 Minuten wieder auf 194 (um 37 Schläge), und hielt sich auf dieser niedrigen Höhe mit geringen Schwankungen (No. 19 bis 23). Die niederste Zahl 190 wurde zugleich mit Zuckungen beobachtet.

Durch Behandlung mit der Kochsalzlösung wurde dann auf's Neue die Frequenz um 22 Schläge gesteigert (217 in No. 28), um in der Ruhe wieder zu sinken (No. 31 bis 34).

Bei demselben Kaninchen wurde nun noch der Vagus rechter Seite zu gleichen Versuchen verwendet.

Tabelle XXX.

Numm. d. Beob.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
1	12 h. 3′		Ruhe	47	97	149	203	
2	„ 4′		„	49	100	155	209	
3	„ 5′		„	50	103	159	207	
4	„ 6′		„	50	102	156	210	
5	„ 7′		„	53	106	—	219	
6	„ 8′		„	49	98	152	208	
7	„ 9′		„	51	105	160	217	
8	„ 10′		„	49	—	156	209	
9	„ 11′		„	50	104	160	218	
10	„ 12′		„	50	100	153	208	
11	„ 13′		„	52	106	161	216	
12	„ 14′		„	48	100	153	207	
13	„ 15′		„	51	103	158	214	
14	„ 16′	Befeuchtung mit Kochsalzlösung	Reizung	50	103	158	217	
15	„ 17′	„	„	52	108	167	226	
16	„ 18′	„	„	54	109	167	225	
17	„ 19′		„	50	105	164	220	
18	„ 20′		„	52	110	169	228	
19	„ 21′		„	52	107	164	220	Zuckungen
	„ 22′	Ein möglichst grosses Stück des Nerven weggeschnitten	„	54	111	170	232	
	„ 23′		Ruhe	53	107	163	219	
	„ 24′		„	55	111	170	229	
	„ 25′		„	52	107	163	220	
	„ 26′		„	54	107	164	221	
	„ 27′		„	51	105	160	216	
	„ 28′		„	51	108	167	227	
	„ 29′		„	51	104	162	219	
	„ 30′		„	52	106	162	220	Zuckungen
	„ 31′		„	52	105	161	219	
	„ 32′		„	52	106	164	222	
	„ 33′		„	50	101	156	211	
	„ 34′		„	53	106	163	221	
	„ 35′		„	50	100	—	206	Zuckungen

Der absolute Werth der Frequenzzunahme ist zwar in dieser Versuchsreihe nicht gross. Unter dem Eindruck der Kochsalzlösung beträgt sie gegen die letzte Zählung in der Ruhe (Nr. 13:

214) nur 14 Schläge (Nr. 18 : 228). Aber der Gang, den die Frequenz einhält, ist eine glänzende Bestätigung des Ergebnisses der vorigen chemischen Reizversuche. Von Nr. 4 bis Nr. 13 macht sich sehr deutlich eine zweigliedrige Periode bemerkbar.

	Zahl der Herzschläge in 1′.	
No. 4 und 5	210	219
„ 6 „ 7	208	217
„ 8 „ 9	209	218
„ 10 „ 11	208	216
„ 12 „ 13	207	214.

Ohne Reizung hätte man nach dem bisherigen Gang erwarten dürfen, dass in No. 14 der Herzschlag wieder seltener geworden wäre. Statt dessen wird er häufiger, und die Periode verwischt sich, denn das Sinken in No. 19 war von Zuckungen begleitet. In der Ruhe nimmt die Frequenz wieder ab, wenn auch nicht beträchtlich, trotzdem dass nun beide Vagi durchschnitten sind, und die Periode wird wieder mehr oder weniger deutlich:

	Zahl der Herzschläge in 1′.	
No. 21 und 22	219	229
„ 23 „ 24	220	221
„ 25 „ 26	216	227
„ 27 „ 28	219	220 (Zuckungen)
„ 29 „ 30	219	222
„ 31 „ 32	211	221.

Das Minimum in der Ruhe nach der Reizung, welches freilich von Zuckungen begleitet war (No. 33 : 206 Schläge), ist beinahe gleich dem Minimum vor der Reizung (No. 1 : 203). Die höchste Frequenz (No. 20 : 232 Schläge) wurde am Ende der Kochsalzreizung bei der Ausschneidung des zweiten Vagus beobachtet.

2) Versuche an Fröschen.

Versuchsthier *k* [1]).

28. December 1860. *Rana temporaria.* Der rechte Vagus um 10 h 10′ blossgelegt. Reizung mit 1 Grove bei einem Rollenabstand

[1]) Diese Beobachtungsreihe verdanke ich den Herren Gascard und Hufschmid.

von — $8^1/_2$ C. M. erzeugte Stillstand des Herzens. Die Reizung geschah durch Befeuchten mit der S. 456, 457 angegebenen Kochsalzlösung.

Tabelle XXXI.

Numm. d. Beobacht.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	10 h. 15′		Ruhe	8	15	23	31
2	„ 16′		„	8	$15^1/_2$	24	$31^1/_2$
3	„ 17′		„	8	16	24	32
4	„ 18′	Befeuchtung mit Kochsalzlösung	Reizung	$8^1/_2$	17	25	33
5	„ 19′	„	„	9	18	27	36
6	„ 20′	„	„	9	18	27	36
7	„ 21′	„	„	9	18	$27^1/_2$	$36^1/_2$
8	„ 22′	„	„	9	$18^1/_2$	28	37
9	„ 23′	Abwaschung mit HO.	Ruhe	9	$17^1/_2$	26	35
10	„ 24′	„	„	8	$17^1/_2$	26	35
11	„ 25′	„	„	9	18	28	36
12	„ 26′		„	9	18	27	$36^1/_2$

In No. 8 wurde eine Frequenzzunahme um 5 Schläge erreicht, von 32 auf 37, also um $^2/_{13}$ der Frequenz in der Ruhe.

Versuchsthier *l* [1]).

27. December 1860. *Rana temporaria.* Rechter Vagus. Behufs der chemischen Reizung wurde Froschgalle benützt. Um 2 h 10′ war, bevor die Zählungen begannen, durch elektrische Reizung (1 Grove, Rollenabstand — $8^1/_2$ C. M.) Stillstand hervorgebracht worden. Um die Reizung aufzuheben, wurde der Nerv so nahe als möglich dem Herzen abgeschnitten.

---

[1]) Von den Herren Gascard und Hufschmid.

Tabelle XXXII.

Numm. d. Beobacht.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	2 h. 16′		Ruhe	9	18	27	36
2	„ 17′		„	9	19	28½	37½
3	„ 18′		„	9½	18½	27½	36½
4	„ 19′	Befeuchtung mit Galle	Reizung	10	19	28½	38
5	„ 20′	„	„	9½	18½	28	38
6	„ 21′		„	11	21	30	40
7	„ 22′		„	10	20	30	40½
8	„ 23′	Abschneidung des Nerven	Ruhe	9	19½	30	40½
9	„ 25′		„	11½	21	31	42
10	„ 26′		„	10	20	30½	41
11	„ 28′		„	10	20	30½	40½

Unter der Einwirkung der Galle allein stieg die Häufigkeit des Herzschlags von $36^1/_2$ auf $40^1/_2$, also um 4 Schläge oder $^1/_9$ der ursprünglichen Frequenz. In No. 8 bis 11 wirkte entweder die Durchschneidung selbst als Reiz oder die Gallenreizung entfaltete eine Nachwirkung.

Versuchsthier 6.

18. December 1860. Dieselbe *Rana temporaria*, welche zu elektrischen Reizversuchen gedient hatte (Tabelle XVII, S. 442), gab einen noch viel auffallenderen Erfolg als die Vagi mit Galle gereizt wurden. Bevor dies geschah, war das Herz sehr erschöpft, die Zusammenziehungen sehr unregelmässig und selten, höchstens 20 in der Minute, leider aber wurde vor der ersten Reizung mit Galle die Zählung in der Ruhe versäumt.

Tabelle XXXIII.

Numm. d. Beobacht.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	1 h. 13′	Befeuchtung des rechten Vagus mit Galle	Reizung	11½	21	31	42
2	„ 14′	„	„	10	20	29	40
3	„ 15′	Durchschneidung des rechten Vagus	Ruhe	6	11	15	18
4	„ 16′	Befeuchtung des linken Vagus mit Galle	Reizung	10	21	31	40
5	„ 17′	Durchschneidung des linken Vagus	Ruhe	10	18	27	35
6	„ 18′		„	5	10	14	19

Hier wurde also in No. 4 eine Frequenzzunahme um mehr als das Doppelte beobachtet.

In der Hoffnung, die ich nach diesen Beobachtungen fasste, dass die Froschgalle für den Vagus ein sehr sicheres und mächtiges Reizmittel sein würde, sah ich mich bei späteren Versuchen getäuscht. Ich habe mehre Male auf den noch gar nicht mit künstlichen Reizmitteln angegriffenen Vagus Froschgalle ohne allen Erfolg angewandt. Vielleicht ist dies durch eine verschiedene Zusammensetzung der Galle unter verschiedenen Umständen zu erklären.

V. Thermische Reizversuche.

Versuchsthier P.

15. November 1860. Graues Kaninchen.

Die thermische Reizung bestand darin, dass eine zum Rothglühen erhitzte Platinplatte dem auf einer Glasplatte liegenden Nerven bis auf wenige Millimeter genähert wurde. Ich wählte eine Platinplatte, weil die rasche Abkühlung derselben der Aufgabe einer Nervenreizung, die darin besteht, die Mischung oder den Molecularzustand des Nerven in kurzer Zeit erheblichen Schwankungen auszusetzen, vortrefflich entsprach. Nach je 1 Viertelminute wurde statt der abgekühlten Platinplatte eine andere rothglühende dem Nerven genähert. Während der Ruhezeit wurde der Nerv fleissig mit Eiweisslösung befeuchtet.

Um die Platinplatten — Elektrodenplatten, wie sie von Du Bois-Reymond für die Versuche am Multiplicator eingeführt wurden — bequem handhaben zu können, waren sie in grosse Korke eingeklemmt

Tabelle XXXIV.

Numm. der Beobacht.	Zeit.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
1	11 h. 54′	Ruhe	55	105	—	241	
2	„ 55′	„	58	115	—	238	
3	„ 56′	„	56	—	175	238	
4	„ 57′	„	55	118	182	244	
5	„ 58′	„	56	114	176	239	
6	„ 59′	„	58	117	180	242	
7	12 h.	„	59	120	180	242	
8	„ 1′	Reizung	60	120	187	251	
9	„ 2′	Ruhe	60	121	186	249	
10	„ 3′	„	—	111	169	227	Zuckungen
11	„ 4′	„	53	107	165	223	
12	„ 5′	„	55	110	170	228	
13	„ 6′	„	—	110	170	228	
14	„ 7′	„	50	107	166	224	
15	„ 8′	Reizung	59	110	181	244	
16	„ 9′	Ruhe	56	114	174	235	
17	„ 10′	„	54	109	167	224	
18	„ 11′	„	53	110	171	234	
19	„ 12′	„	54	112	172	233	
20	„ 13′	„	54	110	168	227	
21	„ 14′	Reizung	55	111	172	233	
22	„ 15′	„	56	117	178	243	
23	„ 16′	„	57	117	178	241	
24	„ 17′	Ruhe	56	114	175	235	
25	„ 18′	„	54	111	171	229	
26	„ 19′	„	57	112	173	234	
27	„ 20′	„	56	111	171	227	
28	„ 22′	„	55	—	160	220	
29	„ 23′	„	53	108	167	226	
30	„ 24′	„	51	105	161	220	
31	„ 25′	Reizung	53	110	170	234	
32	„ 26′	Ruhe	53	110	169	231	
33	„ 27′	„	56	112	170	231	

Numm. der Beobacht.	Zeit.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.	Besondere Bemerkungen.
34	12 h. 28′	Ruhe	—	114	174	235	
35	„ 29′	„	—	—	171	231	
36	„ 30′	„	56	113	—	233	
37	„ 31′	„	53	111	168	229	
38	„ 32′	„	53	110	167	226	
39	„ 33′	„	54	111	169	228	
40	„ 34′	„	53	111	169	227	
41	„ 35′	„	53	109	166	224	
42	„ 36′	„	52	107	165	223	

Viermal wurde die thermische Reizung angewandt, und jedesmal war der Erfolg eine deutliche Vermehrung der Frequenz des Herzschlags. Die grösste Zunahme wurde in No. 15 beobachtet, von 224 auf 244, also um 20 Schläge oder $^1/_{11}$ der Frequenz in der Ruhe. Einmal wurde die Reizung 3 Minuten lang fortgesetzt, und zwar mit dem Erfolg, dass die Frequenz 2 Minuten lang stieg, um sich in der dritten Minute sehr nahe der am Ende der zweiten erstiegenen Höhe zu behaupten (No. 21 bis 23).

In allen vier Fällen hatte die thermische Reizung eine deutliche Nachwirkung (No. 9, No. 16, No. 24, No. 32—36); dann aber sank die Frequenz während der Ruhe bedeutend von 251 bis auf 224, von 244 bis auf 227, von 243 bis auf 220, von 234 bis auf 223.

Versuchsthier *m* [1]).

27. December 1860. *Rana temporaria.* Um 2 h 42′ wurde der linke Vagus blossgelegt, um 2 h 44′ durch starke elektrische Reizung Stillstand des Herzens erzeugt.

[1]) Versuchsreihe von den Herren Gascard und Hufschmid.

Tabelle XXXV.

Numm. der Beobacht.	Zeit.	Behandlung des Nerven.	Zustand des Nerven.	I.	II.	III.	IV.
1	2 h. 48′		Ruhe	9	18	27	36
2	„ 49′	Erwärmung mit glühendem Platindraht	Reizung	9	18	27½	37½
3	„ 50′	„	„	9½	19	29	38
4	„ 51′	„	„	10	19½	29	39
5	„ 52′	„	„	10	20	30	40
6	„ 53′		Ruhe	8½	17	27	36
7	„ 54′		„	9	18½	27½	36
8	„ 55′		„	10	19	28	36

Durch thermische Reizung wurde also auch beim Frosch die Frequenz von 36 auf 40 Schläge in der Minute erhoben (No. 1 bis 5), d. h. um $^1/_9$ der Frequenz, wie sie in der Ruhe bestand. In der Ruhe nahm die Häufigkeit der Herzbewegung plötzlich wieder ab und blieb auf 36 stehen (No. 6—8).

VI. Schluss.

Nach diesen Versuchsreihen steht die Thatsache fest, dass eine Reizung des Vagus, die weder zu schwach, noch zu stark ist, die aber nach den herkömmlichen Vorstellungen immerhin als eine schwache bezeichnet werden muss, die Häufigkeit des Herzschlags vermehrt, während eine starke Reizung die Herzbewegungen seltner macht, und wenn sie sehr stark ist, oder einen schon vielfach in Anspruch genommenen Nerven trifft, das Herz zum Stillstand bringt. Sonach halte ich mich für berechtigt, es mit allem Nachdruck auszusprechen, dass, wer immer die Frequenzzunahme durch Vagusreizung nicht entstehen sah, nicht den richtigen Grad der Reizung getroffen hat; diesen Grad aber in Zukunft zu treffen, ist nunmehr eine Aufgabe, die mit Berücksichtigung der oben beschriebenen Methoden von jedem geübten Experimentator leicht gelöst werden kann.

Indem ich mit dieser Abhandlung nur das Thatsächliche geben wollte und die auf eine ausgedehnte Versuchsreihe gestützten theoretischen Erörterungen für eine zweite Abhandlung verspare, erlaube ich mir einstweilen die Hauptergebnisse der hier niedergelegten Studien zusammenzustellen.

1. Schwache Reize des Vagus vermehren die Frequenz des Herzschlags.

Das Maximum, welches bei Kaninchen beobachtet wurde, war eine Zunahme um 65 Schläge in der Minute, von 166 auf 231, oder um $^2/_5$ der Frequenz in der Ruhe.

Bei Fröschen wurde ein noch viel höheres Maximum der Zunahme erreicht, nämlich eine Steigerung von 18 auf 40 Schläge in der Minute, also um reichlich das Doppelte der Häufigkeit, mit welcher das Herz schlug, als kein Reiz auf den Vagus wirkte.

2. Es wird nicht bloss durch elektrische Reizung des Vagus der Herzschlag häufiger, sondern ebenso entschieden durch mechanische, chemische und thermische.

3. Unter den mechanischen Reizungen wirkt die Dehnung am sichersten, weil sie sich durch Anwendung verschiedener Gewichte am leichtesten abstufen lässt. Aber auch Reibung und Druck wurden mit Erfolg angewandt.

Das Maximum der Frequenzzunahme durch mechanische Reizung betrug bei einem Kaninchen 22 Schläge in der Minute (171 auf 193), oder etwas über $^1/_8$ der Frequenz in der Ruhe.

4. Als chemische Reizmittel wurden verdünnte Kochsalzlösung, Froschgalle und rasches Austrocknen des Vagus angewandt.

Die Maximalwerthe, die unter 1 aufgeführt wurden, sind auf chemischem Wege erzielt worden, beim Kaninchen durch Kochsalzlösung, beim Frosche durch Froschgalle.

5. Thermische Reizung erzeugte beim Kaninchen eine Zunahme von 224 auf 244, also um 20 Schläge oder beinahe $^1/_{11}$, beim Frosche von 36 auf 40, also um 4 Schläge oder $^1/_9$ der Frequenz in der vorangehenden Ruhezeit.

6. Elektrische Reizung vermochte beim Kaninchen die Häufigkeit

des Herzschlags von 190 auf 232, also um 42 Schläge (2/9), beim Frosche von 30 auf 42, also um 12 Schläge (2/5) zu erheben.

7. Um eine Frequenzvermehrung des Herzschlags beim Frosche hervorzurufen, ist im Allgemeinen eine stärkere Reizung nöthig als beim Kaninchen.

8. Beim Frösche wird der Herzschlag nicht bloss häufiger, wenn man den R. cardiacus oder den Stamm des Vagus reizt, sondern auch wenn nur der Laryngeus mit Wechselströmen gereizt wird (elektrotonische oder paradoxe Frequenzvermehrung). Die paradoxe Frequenzvermehrung setzt eine stärkere Reizung voraus als die gewöhnliche.

9. Die Reizung des Vagus vermehrt die Häufigkeit des Herzschlags auch, wenn man sie nach Durchschneidung des Nerven auf das peripherische Ende einwirken lässt. Die Frequenzzunahme kann also nicht als eine nur im Cerebrospinalcentrum bewirkte Reflexerscheinung angesehen werden.

Eine im Hirn-Rückenmarksstamm erzeugte Reflexwirkung ist überhaupt auch nicht einmal theilweise dabei im Spiel, denn wenn man das centrale Ende des durchschnittenen Vagus reizt, wird der Herzschlag nicht häufiger.

10. Die Reizung muss oft länger als 1/4 und nicht selten länger als 1/2 Minute fortgesetzt werden, wenn die Frequenzzunahme sich deutlich herausstellen soll.

11. In vielen Fällen hat die Reizung eine erhebliche Nachwirkung zur Folge.

12. Pulsus dicrotus kann eine Folge starker und längere Zeit anhaltender Vagusreizung sein, nach welcher die Herzkammern sich in ihrer Totalität in zwei Absätzen verkürzen.

Mühlberg bei Mühlheim (Thurgau), 1. Januar 1861.

XXII.

Erläuterung zu einigen Bemerkungen des Herrn Dr. Lehmann, gemacht in seinen in dieser Zeitschrift (Bd. VII) enthaltenen Notizen „zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder.“

Von

Prof. Radicke.

Herr Dr. Lehmann hat in einer in Moleschott's Untersuchungen Bd. VII enthaltenen Entgegnung auf einige Einwürfe, welche Hr. Dr. Böcker gegen seine Arbeit „über die Wirkung der Sitzbäder“ ausgestellt hatte — auch meiner mehrfach, und zwar in einer Weise erwähnt, welche zu irrigen Auffassungen meiner Behauptungen und Aeusserungen über die Beurtheilung der, aus physiologischen und pharmakodynamischen Versuchsreihen gezogenen Resultate veranlassen, und insbesondere Zweifel an der Bündigkeit der von mir aufgestellten Regeln erwecken könnte. Ich darf daher im Interesse der Sache nicht unterlassen, hier einige Erläuterungen über die fragliche Sache zu geben.

Es sind vornehmlich drei Punkte, die Hr. Dr. L. hervorhebt.

1. Zuerst behauptet derselbe mit Bezugnahme auf meine in dieser Zeitschrift (Bd. VI) enthaltene Nachschrift zu meinem in Roser's Archiv (1858 p. 145) veröffentlichten Aufsatze „über arithmetische Mittel“, dass ich meine Ansichten geändert, resp. gemildert hätte, und fügt hinzu, er sei nicht sachverständig genug, um einzusehen,

mit welchem Rechte und Grunde eine einmal hingestellte wissenschaftliche Forderung gemildert werden könne; er traue mir aber zu, mich des Grundes bewusst zu sein.

Dieser Ausspruch des Dr. L. beruht offenbar auf einem Missverständniss, denn von den beiden Regeln, welche respective der Haupt-Aufsatz und die Nachschrift giebt, und von denen die letzte eine Abänderung oder Abmilderung der ersten sein soll, betrifft die eine einen anderen Fall als die andere. — Beide Regeln allerdings beziehen sich auf die Frage, unter welchen Bedingungen man einen Schluss als sicher begründet ansehen könne, der auf dem Unterschiede der Mittelwerthe zweier parallelen Beobachtungsreihen beruht; allein die Voraussetzungen sind verschieden. Im Haupt-Aufsatze ist nämlich nur *eine* Doppelreihe als Grundlage des Schlusses vorausgesetzt, während in der Nachschrift *mehrere* Doppelreihen von *gleichstimmiger Mitteldifferenz* angenommen werden. Es bedarf aber gewiss keiner besonderen Sachkenntniss, um einzusehen, dass man strengere Anforderungen machen muss für einen Satz, der als wahr angenommen werden soll, wenn derselbe auf nur *eine* Versuchsreihe gestützt wird, als wenn auf ihn *mehrere, von einander unabhängige,* Versuchsreihen hinleiten. Uebrigens ist im Haupt-Aufsatz selbst schon die vermeintliche Milderung angedeutet, indem dort (p. 180) gelegentlich die Bemerkung gemacht wird, dass man, wenn die Beobachtungsreihen den Anforderungen nicht vollkommen genügen, die Resultate nur unter dem Vorbehalte gelten lassen dürfe, dass andere Systeme von Beobachtungen von mindestens *gleicher Berechtigung dieselben* bestätigen. — Ferner ist an einer anderen Stelle (a. a. O. p. 181) auf das *Zutreffen noch einer anderen Bedingung,* welche eine Milderung gestatten würde, hingewiesen, nämlich der Bedingung, dass dauerliche Schwankungen von kurzer Periode vorhanden seien — und sonach hat nach meinen eigenen Worten im ersten Aufsatze die Meinung durchaus nicht gewesen sein können, dass die Antwort auf die gestellte Frage keine Modification erleiden dürfe, wenn die Grundbedingungen sich modificiren, respective eine grössere Bestimmtheit erhalten.

2. Der zweite Punkt ist, dass Hr. Dr. L. auf den von mir offen

eingestandenen Umstand, dass in meiner Regel eines der bestimmenden Elemente ein willkürliches sei — ein zu grosses Gewicht legt, und sich und Andere darauf hin für berechtigt hält, die Anforderungen für eine genügende Sicherheit eines Resultats bedeutend herunter zu stimmen.

Dass man der Natur der Sache nach eine Regel von *absoluter* Geltung nicht verlangen könne, habe ich schon im ersten § des ersten Aufsatzes (a. a. O. p. 145 u. 146) erklärt, uud der Grund davon ist nicht schwer einzusehen, da schon das Wort „genügend" in der Frage eine Unbestimmtheit involvirt. — Es vermag *Niemand* (wenn ich mich eines Vergleichs bedienen darf) in dem Regenbogen die Grenze zwischen zwei auf einander folgenden *Farben*, z. B. zwischen Grün und Gelb, anzugeben, und wenn man ein Bedürfniss hat, eine scharfe Grenze zwischen beiden Farben festgestellt zu sehen, so muss man sich über eine genau bestimmbare Stelle vereinbaren. Die Willkür bei der Wahl dieser Stelle ist aber beschränkt, weil sie in dem Raume liegen muss, der weder schon entschieden gelb, noch schon entschieden grün ist. — Ganz ähnlich ist es hier. Wenn von zwei Versuchsreihen, bei deren einer ausser anderen mehr oder weniger unbekannten Umständen, deren Fernhaltung man nicht in seiner Gewalt hat, ein bestimmter Umstand A gewirkt hat, die eine Reihe ein grösseres Mittel giebt als die zweite: so ist die Grenze, wo die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Grösser-Sein des Mittels ganz oder zum Theil vom Umstande A herrühre — gross genug zu werden anfängt, um auf das Resultat mit Sicherheit weiterbauen zu können, der Natur nach ebenso unbestimmt, wie die Grenze zwischen den Regenbogenfarben. Und wenn demunerachtet die Festsetzung einer bestimmten Grenze wünschenswerth ist, um ein- für allemal sofort eine Scheidung zwischen sicheren und unsicheren Resultaten treffen zu können, so muss eine solche willkürlich festgestellt werden — natürlich aber innerhalb des Spielraumes, wo die Unsicherheit noch keine entschiedene ist.

Es fragt sich nun, ob dieser Spielraum wirklich, wie Dr. L. zu glauben scheint, so gross ist, dass die Grenze, welche ich in meiner Regel vorgeschlagen habe, um ein Nennenswerthes zu verschieben, erlaubt erscheint. Es ist diese Grenze da hingelegt, wo der Mittel-

unterschied die Summe der *mittleren Schwankungen* der beiden Reihen erreicht, und in meinem ersten Aufsatze habe ich darauf hingedeutet, dass die Unsicherheit noch zu gross sein würde, wenn man die Grenze soweit zurückschieben wollte, bis der Mittelunterschied die Summe der sogenannten *wahrscheinlichen Schwankungen* (welche etwa zwei Dritttheile der *mittleren* Schwankungen betragen) erreicht. Statt weitere theoretische Gründe dafür zu entwickeln, wird es für den Nicht-Mathematiker überzeugender und besser in die Augen fallend sein, wenn ich einen Beleg für die Leichtigkeit des Irrthums aus der Erfahrung nehme.

Die Harnstoffmengen in der 87tägigen Beobachtungsreihe von Kaupp (a. a. O. p. 196) sind unzweifelhaft in keinem sichtlichen Maasse abhängig von der Menge des eingenommenen Kochsalzes, und letzteres abgerechnet, hat Kaupp mit grosser Scrupulosität einen Tag wie den andern gelebt, so dass man die ganze Reihe als eine durchweg unter denselben Umständen angestellte ansehen kann. Vergleichen wir nun aus derselben die ersten 20 Tage mit den zweiten 20 Tagen, so bekommen wir respective die Mittelwerthe 35,98 und 33,36, und die mittlere Schwankung ist in jeder der beiden Gruppen von Tagen 1,60; mithin ist der Mittelunterschied (2,62) *kleiner* als die Summe der *mittleren* Schwankungen d. h. kleiner, als 3,20, aber *grösser* als die Summe der *wahrscheinlichen* Schwankungen (d. h. grösser als 2,13). Hätte Kaupp nun noch in den zweiten 20 Tagen täglich einen Stoff A zu sich genommen, von dem man wüsste, dass er gar keinen Einfluss auf die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs hätte, so würden die übrigen Zahlen ungeändert geblieben sein, und man hätte nach meiner Regel ganz richtig geschlossen, dass sich aus den Beobachtungen eine Wirkung des A nicht mit genügender Sicherheit erkennen lasse, während man irrthümlich dem Stoffe A eine vermindernde Wirkung hätte zuschreiben müssen, wenn man die Summe der *wahrscheinlichen* Schwankungen als die Grenze der Sicherheit des Resultats angenommen hätte. Wenn man nun aber bei Annahme dieser letzten Grenze schon da auf Irrthümer kommen kann, wo man es mit Reihen von 20 (sehr sorgfältig angestellten) Beobachtungen zu thun hat, wie leicht muss man erst dem Irrthume bei Reihen von 6 und 8 Beobachtungen, wie man sie so häufig

für ausreichend hält, ausgesetzt sein! — Es würde hiernach sogar sehr misslich sein, wenn man in der That die Grenze verschieben wollte, sie näher nach der Summe der wahrscheinlichen als nach der Summe der mittleren Schwankungen hinzurücken. Die Verschiebung würde also jedenfalls weniger als $^1/_6$ der Schwankungssumme betragen müssen — was gewiss nicht der Rede werth ist, und immer nur auf Kosten der Sicherheit geschehen könnte.

Es giebt aber noch einen Grund, aus welchem man bei der Bestimmung der Grenze den Resultaten eher eine zu hohe, als eine zu geringe Wahrscheinlichkeit zu vindiciren hat. Wenn nämlich mehrere Resultate, die nicht *absolut*, sondern nur *wahrscheinlich* richtig sind, zu einem neuen Resultate vereinigt werden, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass letzteres richtig sei, geringer, als die eines jeden der ersteren, und zwar kann sich dies so steigern, dass ein Satz, der aus mehreren, für sich ziemlich wahrscheinlichen Sätzen abgeleitet ist, sogar unwahrscheinlich wird.

Um dies in Zahlen deutlich zu machen, muss ich die Definition dessen, was der Mathematiker Wahrscheinlichkeit, oder besser Wahrscheinlichkeits-Maass nennt, voranschicken.

Die mathematische Wahrscheinlichkeit eines Umstandes oder eines Ereignisses für einen gegebenen Fall ist ein Zahlenverhältniss, und zwar das Verhältniss der Zahl der Fälle, in der bei der Vergleichung einer grossen Zahl von Fällen, jener Umstand oder jenes Ereigniss einzutreten pflegt zu der Zahl der überhaupt verglichenen Fälle.

Tritt demnach z. B. unter je 10 Fällen durchschnittlich ein Ereigniss E dreimal ein, so ist die mathematische Wahrscheinlichkeit dafür, dass bei einer Reihe von Fällen gerade der erste Fall einer von denen ist, in denen das Ereigniss E stattfindet — gleich $^3/_{10}$. So ist ferner die mathematische Wahrscheinlichkeit, dass beim ersten Wurf mit einem Würfel die Seite mit den 4 Augen oben falle, gleich $^1/_6$, weil von den 6 Würfelseiten jede der 5 anderen eben so leicht nach oben fallen kann, und in der That bei einer sehr grossen Anzahl von 6 Würfen, wirklich eben so oft nach oben zu fallen pflegt, wie die Seite mit den 4 Augen.

Im gemeinen Leben dagegen nennt man das Ereigniss E nur

dann wahrscheinlich, wenn es eher zu erwarten steht, dass es eintrit, als dass es nicht eintrete, also wenn es unter je 100 Fällen durchschnittlich öfter als 50mal vorkommt, oder mit andern Worten: wenn die mathematische Wahrscheinlichkeit grösser als $^{50}/_{100}$, d. h. grösser als $^1/_2$ ist. Somit heisst zuweilen im gemeinen Leben ein Ereigniss sehr *unwahrscheinlich*, welches der Mathematiker *wahrscheinlich* nennt — aber allerdings von einem sehr *geringen* Wahrscheinlichkeitsgrade.

Liegen z. B. in einer Urne 100 Loose mit den Nummern von 1 bis 100, so wird man es mit Recht für höchst unwahrscheinlich erklären, dass man beim ersten Zuge eine vorausbestimmte Nummer, etwa die Nummer 26 treffe, während der Mathematiker sagt, die Treffen der Nummer 26 habe die Wahrscheinlichkeit $^1/_{100}$. Trügen dagegen alle Loose die Nummer 26, so würde die Wahrscheinlichkeit des Treffens $^{100}/_{100}$ sein, so dass die Wahrscheinlichkeit vom Werthe Eins zusammenfällt mit der *Gewissheit* des Eintretens des Ereignisses. Nehmen wir jetzt beispielsweise an, es habe das Resultat, dass das Grösser-Sein des Mittels der einen der beiden oben gedachten Beobachtungsreihen ganz oder theilweise dem Umstande A zuzuschreiben sei — in einem besonderen Falle die Wahrscheinlichkeit $^7/_{10}$ so wäre dieselbe merklich grösser als $^1/_2$, also im bürgerlichen Sinne genommen, schon ziemlich bedeutend, und die Mehrzahl der jetzigen physiologischen Experimentatoren würde gewiss mit grosser Genugthuung das Resultat als begründet verwenden. Ebenso sicher aber würde sie wieder davon abstehen, wenn sie sich den Sinn dieses Wahrscheinlichkeitsgrades recht klar machte. Es will diese Zahl nämlich Folgendes sagen: Wenn man eine unbestimmte (aber grosse) Zahl Versuchs-Doppelreihen angestellt hätte für ebenso viele verschiedene Agentien B, C, D etc., welche alle ein nicht mehr und nicht weniger begründetes Resultat gegeben, wie die erste Doppelreihe in Bezug auf das Agens A, so würde man — dieses Resultat als wahr annehmend, unter 10 Malen durchschnittlich 3 Mal irren. In der That, welches Vertrauen könnte man zu einer Wissenschaft haben, von der man voraus wüsste, dass von 10 ihrer Aussprüche durchschnittlich drei irrig wären? *) — Wenn es nun an sich schon höchst

*) Erlaubte man sich nicht, auf Resultate, deren Wahrscheinlichkeit kein

bedenklich ist, solche Resultate zuzulassen, so zeigt sich ihre Gefährlichkeit recht auffallend erst dann, wenn man mehrere derselben combinirt. Es ist nämlich ein Fundamentalsatz der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Satz, der auf mehreren Hypothesen beruht, gleich ist dem Produkte der Wahrscheinlichkeiten der Hypothesen. Ein Satz daher, welcher auf zwei Resultaten von der Wahrscheinlichkeit $^7/_{10}$ (die nicht denselben Gegenstand betreffen) sich stützt, würde nur die Wahrscheinlichkeit $^7/_{10} \times {}^7/_{10}$ oder $^{49}/_{100}$ haben, also sich schon im Anfange des Gebietes der (bürgerlichen) Unwahrscheinlichkeit befinden. Ein Satz ferner, der durch Combination von drei Resultaten, welche die noch höhere Wahrscheinlichkeit $^3/_4$ haben, gewonnen wird, würde die Wahrscheinlichkeit $^3/_4 \times {}^3/_4 \times {}^3/_4 = {}^{27}/_{64}$ erhalten, also *noch* unwahrscheinlicher sein. Selbst bei einer Wahrscheinlichkeit des Einzel-Resultats von $^4/_5$ würde eine Combination von zweien und dreien erst eine geringe Wahrscheinlichkeit, nämlich respective die Wahrscheinlichkeit 0,64 und 0,512 liefern. Es ist sonach offenbar, dass die oben besprochene Grenze für die Sicherheit eines Resultats so zu wählen ist, dass sie einem *hohen* Grade von Wahrscheinlichkeit entspricht, wenn man nicht soll scheuen müssen, die Einzel-Resultate zur Gewinnung allgemeinerer Resultate zu combiniren, und ich kann daher nur empfehlen, das oben angebotene Geschenk von einem Sechstel nicht anzunehmen.

3. Der dritte Punkt betrifft den mit Spötteleien versetzten Vorwurf, dass ich mich in meinen Discussionen und Begründungen auf

---

viel höheres Maas, als das oben angeführte, hat, Theorien zu gründen, so würde sich am Ende auch nichts einwenden lassen, wenn man solche in die Wissenschaft aufnähme — aber nur mit der nothwendigen Restriction, dass sie nur ziemlich wahrscheinliche, d. h. keine unzweifelhaft fest stehende, sondern der Bestätigung noch bedürfende Resultate seien. Aber eine solche Restriction habe ich noch in keiner der verschiedenen Abhandlungen, die ich bisher durchgesehen, gefunden, und wo einmal das Wort wahrscheinlich gebraucht wurde, war es bald wieder vergessen, und das schliessliche Resultat bei der weiteren Vernutzung stillschweigend in die Kategorie der durch Versuche begründeten Wahrheiten gebracht. — In den allermeisten Fällen aber hat man Resultate von weit geringerer Wahrscheinlichkeit und selbst von einer, wenig von Null verschiedenen Wahrscheinlichkeit, mit dem Anspruch auf Berechtigung hingestellt.

Erscheinungen stütze, die physiologisch unbegründet seien. Hr. Dr. L. sagt nämlich p. 3: „Bei Verwerthung unserer Zahlen wünsche „ich aber auch Physiologen. Herr Radicke mag allerdings ein vor„trefflicher Physiologe, wenn auch nur als Dilettant, sein. Was „hindert uns, dies von vorn herein anzunehmen! Aber seine bei „seiner Regelcomposition aufgestellten Hypothesen sind und bleiben „physiologisch unerwiesen. Z. B. sind die Annahmen von „„Perioden"" „in unseren Ausscheidungen, wo sich also innerhalb unbestimmter Zeit„räume die Quantitäten derselben aufsteigend und absteigend in ge„wisser Symmetrie unterscheiden sollen, wo ferner „„Störungen sämmt„lich oder mit grossem Uebergewicht nach derselben Richtung hin„wirken"" oder „„in 2 verglichenen Reihen in entgegengesetzter Rich„tung ausschlagen"", Annahmen, welche meines Wissens in der Na„tur nicht beobachtet worden sind. Wir sehen Minima und Maxima „der Ausscheidungen beim Harn z. B. auftreten, und zwar in unmittel„bar auf einander folgenden Tagen; ebenso gleichmässige Quantitäten „ohne dass irgend Regelmässigkeit dabei hätte beobachtet werden „können. Dies alles weiss Hr. R. als Physiologe, und doch giebt der„selbe als Mathematiker bei Begründung seiner Regeln diese nicht auf „Beobachtung beruhende Motivirung", und an einer spätern Stelle p. 10 heisst es bei Gelegenheit des ihm widerfahrenen Tadels, dass in einer seiner Versuchsreihen die Beobachtungen in weit von einander getrennten Tagen stattgefunden hätten: „Die Begründung dieser „eigenthümlichen Forderung beruht auf einer, zunächst durch Prof. „Radicke auf rein speculativem Wege auf das Erfahrungsgebiet „übertragenen Theorie von Perioden...., trotzdem, soviel mir be„kannt, die Physiologie bis heute davon keine Notiz hat."

Hiergegen ist einfach 1) zu bemerken, dass Hr. Dr. L. in völligem Irrthume ist, wenn er behauptet, die Begründung meiner Regeln stände mit dem Vorhandensein von Perioden in irgendwelchem Zusammenhange. In meiner Abhandlung enthält nämlich der §. 7 die Entwicklung meiner Regeln, und von Perioden wird erst in §. 8 gesprochen, indem vornehmlich gezeigt wird, wie sich *etwaige* Perioden und *etwaige* unperiodische Störungen in den successiven Mitteln manifestiren würden. Erst später, nachdem für gewisse Ausscheidun-

gen das wirkliche Vorhandensein einer kurzen Periode vollständig nachgewiesen worden, wird aus der Berücksichtigung derselben nicht eine *Untersuchungsregel* abgeleitet, sondern eine *Vorsichtsmassregel* empfohlen — nämlich die Regel, die Beobachtungen an unmittelbar auf einander folgenden Tagen und möglichst in gerader Anzahl anzustellen. Unrichtigkeiten und Irrthümer können doch wohl aus solcher Vorsichtsmassregel nicht entstehen! — Zweitens: Sieht Hr. Dr. L. nicht, dass er in den citirten Worten in *einem* Athem zwei direkt sich widersprechende Dinge ausspricht? Er leugnet Perioden und nicht-periodische Störungen, während er gleich darauf von abwechselnden Maximis und Minimis und von stellenweisem stationären Fortschreiten spricht. Sieht er nicht ein, dass, wenn sowohl Perioden als unperiodische Störungen fortfallen, Schwankungen überhaupt unmöglich sind, also auch keine Maxima und Minima mehr erscheinen können? Denn was heisst es anders, als die unperiodischen Störung leugnen, wenn man bestreitet, dass sie theilweise nach einerlei Richtung, oder in verschiedenen Reihen, nach entgegengesetzten Richtungen hin ausschlagen können. Sind einmal Störungen da, und bestreitet man nicht, dass gleichzeitig zwei oder mehr Störungsursachen wirken können, so ist es auch unvermeidlich, dass die stärkeren zu Zeiten nach derselben Richtung hinfallen. Was soll man also dazu sagen, wenn Hr. L. dafür noch in den physiologischen Büchern einregistrirte Beweise verlangt? Will er indessen für seine Person extra Beobachtungen dafür haben, so darf er nur z. B. die 87tägige Kaupp'sche Reihe für den Harnstoff ansehen, in der sich offenbar eine Cumulation von Störungen über einen grossen Theil des Mai erstreckt. Eine ähnliche, wenn auch nicht ganz so starke Cumulation scheint Ende Mai und Anfang Juni, aber nach entgegengesetzter Richtung stattgefunden zu haben. Hätte also Kaupp eine Reihe Beobachtungen im Anfange des Mai, die Gegenreihe Ende Mai angestellt, so hätte man ein Beispiel zweier Reihen gehabt, in welchen die Störungen stark nach entgegengesetzten Seiten ausschlagen. — Drittens ist Hr. Dr. L. im Irrthum, wenn er behauptet, ich hätte das Vorhandensein von Perioden auf speculativem Wege erschlossen, und die Physiologie wisse nichts davon. Meine Annahme von Perioden beruht allerdings

auf physiologischen Thatsachen. Die 87tägige Kaupp'sche Beobachtungsreihe, welche wegen ihrer Ausdehnung und der auf ihre Anstellung verwendeten Sorgfalt für das Studium der Schwankungen unschätzbar ist und noch keinen Rivalen erhalten hat — giebt unwiderleglich zu erkennen, dass für den Harnstoff bei hinlänglich gleichartiger Lebensweise eine zweitägige Periode existirt — wofern es Hrn. L. hier zur Begründung einer physiologischen Thatsache genügt, mehr als 40 Perioden hintereinander vor Augen zu sehen. Hat Hr. Dr. L. diese Perioden, wie es nach den obigen Worten von „Maximis und Minimis" fast den Schein hat, nicht erkennen können: so würde er einen sehr schlechten Meteorologen abgegeben haben, denn von den durch Störungen viel mehr verwischten magnetischen und barometrischen Perioden hätte er dann noch viel weniger gesehen. — Die zweitägige Harnstoff-Periode habe ich nachgehend mehr oder weniger deutlich in allen darauf hin verglichenen Beobachtungsreihen anderer Autoren wieder erkannt. Ohne Zweifel hat diese Periode auch mit der in der Pathologie vielfach vorkommenden zweitägigen Periode einen innern Zusammenhang. Auch Spuren von grösseren Perioden, wenn auch nicht so deutliche, zeigt die Kaupp'sche Reihe. Will aber Hr. L. Zeugnisse von Physiologen von Fach, so darf ich unter andern nur auf Schweig *) hinweisen, welcher für die Harnsäure eine 6tägige und eine 4wöchentliche Periode gefunden hat. Ich selber habe freilich noch keine Gelegenheit genommen, zu untersuchen, ob dieser Fund scharf genug begründet ist; aber für Hrn. Dr. L. wird der Name eines Physiologen von Fach als Autorität wohl genügen, zumal da es hier nur darauf ankommt, zu zeigen, dass wirklich die Physiologen etwas von Perioden wissen und schon lange gewusst haben. Ferner darf ich hinweisen auf die Perioden in der Kohlensäure-Ausscheidung, welche von Vierordt (Physiologie des Athmens, Carlsruhe 1846) und von Böcker (Beiträge zur Heilkunde, Bd. I) aufgefunden wurden.

---

*) Schweig, Untersuchungen über periodische Vorgänge etc. Carlsruhe 1845. Roser's Archiv 1844 und 1845.

Wenn aber auch Hr. Dr. L. nicht speciell genug mit der physiologischen Literatur bekannt ist, so wird er doch sich erinnern, dass die Menstruation der Frauen, sowie das Fliessen der Hämorrhoiden bei den Männern uralte bekannte periodische Ausscheidungs-Phänomene sind, und es wäre gewiss sehr zu verwundern, wenn dieselben nicht auch auf andere Ausscheidungen, namentlich auf die des Urins zurückwirken sollten. Aber angenommen, dieser Schluss wäre wieder zu speculativ, und ignorirten wir die Thatsachen für die constatirten periodischen Urinausscheidungen, so müsste doch der blosse Nachweis der *Möglichkeit* oder *Wahrscheinlichkeit* solcher Perioden, der in der Hindeutung auf anderweite periodische Lebensprocesse liegt, für einen vorsichtigen Beobachter hinreichen, ihn bei der Anstellung seiner Versuche darauf Rücksicht nehmen zu lassen. Und dies ist es ja eben, worauf es hier lediglich ankommt — zu zeigen, dass Hr. Dr. L. wirklich in seinen Sitzbade-Versuchen die Vorsichtsmassregel verletzt hat, dieselben hinter einander anzustellen. Man könnte sich gegen ihn auf ihn selber berufen, da er sonst immer bei seinen Versuchen mit löblicher Umsicht alles zu vermeiden gesucht hat, was das Resultat „möglicher Weise" hätte trüben können.

Schliesslich noch ein paar kurze Bemerkungen:

Hr. Dr. L. macht mir (p. 7) wieder den Vorwurf der Parteilichkeit zu Gunsten Böcker'scher Zahlen, indem er 1) anführt, dass ich einmal ein Böcker'sches Resultat habe durchgehen lassen, obgleich die Mitteldifferenz nicht *genau* die Schwankungssumme erreicht habe. Dieser Vorwurf erledigt sich durch die obige Erörterung, dass eine *scharfe* Grenze für die Zulässigkeit eines Resultats nicht existire, und ein so unbedeutendes Abweichen, wie das fragliche (welches übrigens weit geringer als das oben erwähnte Sechstel ist), nicht aus einem guten Resultate plötzlich ein schlechtes machen könne. — Zweitens wird mir vorgeworfen, dass ich bei den Böcker'schen Zucker-Versuchen nur durch Ausschliessung einer der beobachteten Zahlen die Uebereinstimmung mit der Regel hervorgebracht hätte. Diesen Vorwurf, der mir schon einmal gemacht worden ist, habe ich an einer andern Stelle schon zurückgewiesen. Die zurückgewiesene Zahl weicht so auffällig von allen übrigen beobachteten Zahlen ab, dass

sich gar nicht zweifeln lässt, es habe ein Schreibfehler oder ein sonstiges Versehen in der Beobachtung oder Berechnung stattgefunden. Es würde daher eine grosse Unvorsichtigkeit gewesen sein, wenn ich die so evident *falsche* Zahl mit berücksichtigt hätte. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich es durchaus nicht billigen kann, wenn Hr. Dr. Lehmann, sich hierauf berufend, in seinen Zahlen unbequem hohe und unbequem niedrige Zahlen fortwirft. Nur evident *falsche* Zahlen dürfen übergangen werden! Drittens wird mir vorgeworfen, dass ich dem Dr. Böcker bei seinen Alkohol-Versuchen die Trennung der Beobachtungstage, die bei ihm selber getadelt worden sei, habe durchgehen lassen. Darauf ist zu erwiedern, dass bei Böcker's Versuchen der Mittelunterschied um ein Erhebliches selbst die Summe der Schwankungs-*Maxima* übertraf, also das Resultat so günstig war, dass das Bedenken gegen die Trennung der Tage sein Gewicht wirklich verlieren musste; während bei Dr. L. (mit Ausnahme des anerkannten Einflusses auf das Körpergewicht) der Mittelunterschied überall merklich hinter der Summe der erheblich geringeren *mittleren* Schwankungen zurückblieb.

Endlich habe ich Hrn. Dr. L. in Bezug auf seinen Vergleich mit dem Kaufmanne (p. 3) zu antworten, dass ich allerdings nicht wusste, dass es kaufmännische Geschäftsführungen gebe, bei denen *keine* zufällige Conjunkturen vorkommen. Fehlt es aber an zufälligen Conjunkturen, so fehlt es auch an Schwankungen, und fehlt es an Schwankungen, so fehlt das *Tertium comparationis,* d. h. dann passt sein Vergleich nicht mehr.

Soeben, als ich nach Vollendung vorstehender Bemerkungen Gelegenheit nahm, Etwas in meiner Nachschrift aus dem Bande VI nachzusehen, fiel mir eine Stelle in die Augen, welche beweist, dass Hr. Dr. Lehmann, wenn er den Sinn meiner Worte nicht etwa absichtlich verdreht hat, die betreffenden Stellen der Nachschrift, die er anzugreifen unternommen hat, schon beim Niederschreiben seines Angriffs theilweise wieder ganz aus dem Gedächtniss verloren haben musste. Es heisst nämlich dort Seite 4, von der „Cumulation der Störungen“ und von dem „Ausschlagen cumulirter Schwankungen nach entgegengesetzten Richtungen“ nicht, dass sie an dem Aufbau

meiner Regel Antheil hätten, sondern *im Gegentheil,* dass vorausgesetzt worden sei, dass dergleichen in den zu prüfenden Reihen *nicht* vorkämen. — Uebrigens wird Hr. Dr. L., wenn er sich die Mühe nimmt, jene meine Nachschrift noch einmal zu lesen, manche seiner Ausstellungen gegen diese Arbeit von selbst widerlegt finden.

XXIII.

Erwiderung auf Herrn Dr. Lehmann's Rückbemerkungen „Zur Würdigung der physiologischen Wirkung der Sitzbäder", im VII. Bde. No. IX. dieser Zeitschrift.

Von

Dr. **Böcker**,

Kreisphysikus, Arzt an der Wasserheilanstalt in Godesberg etc.
in Bonn.

Nach jahrelangem Streite finde ich endlich, dass Herrn Lehmann sogar der streitige Punkt noch im Unklaren ist! Er sagt a. a. O. S. 1: „Seit einem Jahre bereits wird zwischen Hrn. B. und mir die Frage ventilirt: „Haben Sitzbäder die Wirkung, den Urin und gewisse Urinbestandtheile eines Badenden, *welcher fastet*, für die dem Bade folgende Stunde zu vermehren?" und S. 8.: „Also hier haben wir nun unsere Differenz! Anfänglich unserer Disputation musste ich meinen, Hr. B. fände keine Urinvermehrung bei mir nach Sitzbädern. Jetzt findet er eine solche wohl, indessen soll ich beweisen, dass die Sitzbäder die Vermehrung herbeigeführt haben." — Vielleicht begreift Lehmann den Unterschied nicht, und erlaube ich mir noch, um die L.'sche Verwirrung zu ordnen, zu bemerken, dass Lehmann glaubt, ich hätte nur widerstritten, dass beim *Fastenden* durch das Sitzbad der Urin in der ersten Stunde nach dem Bade vermehrt werde, und gleichzeitig sagt, ich hätte ihm die Vermehrung

des Urins nach den Sitzbädern abstreiten wollen. Das Eine ist doch verschieden vom Andern?! Man lese in Lehmann's ursprünglicher Arbeit die aufgestellten Thesen, und man wird finden, dass er den Sitzbädern nicht allein bei Fastenden, sondern auch überhaupt eine den Urin und den Harnstoff vermehrende Wirkung zuschrieb, und daraus die therapeutische Wirkung ableiten und erklären wollte. Dies ist der Punkt, wogegen ich stritt, und ich muss mich in der That wundern, dass Lehmann dies bisher noch nicht eingesehen hat und sich einbildet, er habe meine Kritik seiner Arbeit durch eine sehr eingehende Prüfung durchaus beseitigt. *Ich begreife in der That nicht, wie man etwas prüfen und beseitigen könne, wenn man nicht einmal den eigentlichen Angelpunkt der Streitfrage scharf aufgefasst hat.* Indem ich den Leser auf die in meiner Arbeit über Sitzbäderwirkung angeführten eignen Worte Lehmann's (s. die Zeitschr. Bd. VI, S. 51 u. 52, Thesen 1, 3, 4, 5 u. 6 u. eod. l. S. 75, Zeile 4 von oben bis S. 76 ad finem) aufmerksam mache und nachzulesen bitte, füge ich noch hinzu, dass ich in meiner Antikritik Bd. VI S. 11 d. Zeitschrift ausdrücklich gesagt habe: „Die von mir zu entscheidende Frage war nicht die: *wirkt das Sitzbad bei Inanition vermehrend auf die Ausscheidungen,* sondern *wirkt* es auf die Ausscheidungen (resp. in den ersten 3 Stunden), oder nicht?" Deutlicher konnte ich doch niemals meine Streitfrage stellen, die Lehmann dem Leser neuerdings ganz entstellt und dadurch den Leser irre zu leiten Veranlassung gegeben hat. —

Wenn ich untersuchen wollte, ob L's so allgemein hingestellte sog. Resultate richtig seien, so musste ich unter andern, als unter den Bedingungen arbeiten, unter welchen L. seine Versuche anstellte; dies war der Grund, warum ich keine Inanitionsversuche machte, aber in allen Versuchen die Bedingungen gleich sein liess (was die vermehrte Bewegung anbetrifft, so davon weiter unten). Meine Zahlen fielen anders aus, als die von L., folglich durften seine Schlüsse keine allgemeine Geltung beanspruchen, wenn es zwar möglich war, dass diese immerhin richtig sein *konnten.* Eine strenge Prüfung seiner Zahlen ergab, dass die für seine Person aus den Zahlen gezogenen Schlüsse nicht hinreichend mathematisch bewiesen waren. In sei-

nen Rückbemerkungen will mir L. sogar einen Widerspruch vorwerfen, denn ich soll einmal gesagt haben, aus seinen Versuchen ginge hervor, dass das Sitzbad die Urinmenge vermehre, ein anderes Mal, dass dies nicht geschehe, und will diesen Widerspruch beweisen durch meinen früher ausgesprochenen Satz: „Kein Mensch wird behaupten, dass L. in s. Vers. mit Sitzbad nicht mehr ausgeschieden habe, als ohne dasselbe; allein er bleibt den Beweis schuldig, dass diese Mehrausgabe dem Sitzbade zugeschrieben werden müsse.“ S. 8. Hieraus folgt denn die oben angeführte Stelle von L. — Wenn ich gesagt habe, dass die Summe der Harnmengen, welche in einzelnen Tagen ohne Sitzbad erhalten wurden, geringer gewesen, als in den Versuchstagen mit Sitzbad, so folgt daraus noch lange nicht der Beweis, dass diese Mehrausgabe nur dem Sitzbade zuzuschreiben sei; und ich habe ja im Nachsatze Hrn. L. zur Führung dieses Beweises aufgefordert. Da ich glaube, dass Prof. R. und ich dem Hrn. L. und jedem einsichtsvollen Leser die Gründe hinreichend entwickelt haben, ich aber sehe, dass L. mich dennoch nicht verstanden hat, so will ich versuchen, ihm die Sache in elementarster Weise so deutlich wie möglich zu machen.

Lehmann wolle einmal die Tabelle IV. in meiner Sarsaparillearbeit nachsehen. Herr Dr. Groos machte Inanitionsversuche mit und ohne Sarsaparille, beide Reihen unter ganz gleichen Bedingungen. Nun wolle Lehmann beide Reihen in 2 gleiche Hälften theilen, so erhält er für die erste Hälfte der Normalversuche 8876, für die zweite 9710 C. C., in der ersten Hälfte der Sarsaparilleversuche: 8616, in der zweiten Hälfte 10361 C. C. Urin, als Summe von 6 Tagen. Die Differenzen sind grösser als in Lehmann's Sitzbadeversuchen. Wollte man so leicht mit den Zahlen verfahren, wie L. in seinen Sitzbadeversuchen es thut, so würde man, im Falle in der anderen Hälfte beider Versuchsreihen irgend eine Bedingung zufällig eingewirkt hätte, sagen, diese ist es, welche die Veränderung hervorgerufen hat, obgleich eine richtige Verwerthung der Zahlen, wie Radicke sie uns gelehrt hat, beweist, dass solche Schlüsse unrichtig sind. Wer will leugnen, dass 10361 mehr ist als 8616, aber es ist unmöglich, das causale Verhältniss zu irgend einer bestimmten Bedingung genau

nachzuweisen. Man wird doch nicht behaupten wollen, im Normalzustande ist der Urin in den ersten 6 Versuchen durch den Normalzustand vermehrt, in den letzten vermindert, denn das wäre ein vollkommener Blödsinn. Möge doch L. daraus, dass ein Mathematiker, wie Radicke, den aus seinen Versuchen gezogenen Schlüssen nicht beistimmt, seine Versuche nur für bedingt brauchbar hält und meinen Schlüssen in jeder Beziehung beitritt, erkennen, dass seine Behauptungen über die urin- und harnstoffvermehrende Wirkung des Sitzbades nicht hinreichend gestützt, sondern sehr wackelig sind.

Wollte ich auch einen Augenblick zugeben, dass durch das (also nicht bloss „nach“ dem) Sitzbad die Urinmenge in der ersten halben oder auch ganzen Stunde nach demselben vermehrt sei, und das nur bei strengem Fasten, bei Inanition, um mit L. zu reden, so würde das nicht hinreichen, um die therapeutische Wirkung des Sitzbades durch die Urinvermehrung zu erklären; denn die Kranken, welche wir behandeln, lassen sich einen solchen Inanitionszustand schwerlich gefallen, und werden beim Sitzbadegebrauche oft recht gut wieder besser, und was würde denn die Selbstqual der Inanition viel helfen, wenn eine Stunde nachher die Wirkung wieder verschwunden und äquilibrirt ist? Bekanntlich wirkt die Inanition oft sehr ungleichmässig, und dazu kommt noch der, von Radicke gerügte Missstand, dass die Lehmann'schen Versuche vom Juli (also vom Sommer) bis zum November (Winter) auseinander liegen.

Um seine Thesen zu stützen, und die aus meinen Sitzbadeversuchen gezogenen Schlüsse in den Augen der Leser zu diskreditiren, befolgt Hr. L. eine höchst bemerkenswerthe Methode. In den Normalversuchen ohne Sitzbad bewegte ich mich in Rolandseck von der Wasserheilanstalt bis zur Ruine und wieder zurück. Diese Bewegung dauerte 15 Minuten (9 Minuten den Berg hinauf und 6 Minuten herunter). In den 10 Sitzbadeversuchstagen musste ich auf dem Roderberge in dem Hause des dort wohnenden Gutsbesitzers 2mal einen Krankenbesuch machen. Die Wohnung des Kranken erreichte ich von der Rolandsecker Anstalt aus in 25 Minuten (bergauf) und kehrte in 20 Minuten zurück; mithin war die Bewegung, bei der ich in *gelinde* Transpiration kam, in jedem Versuche um 30 Minuten grösser.

Nun sagt Hr. Lehmann in Oeynhausen, dass in Lehmann's (in Jena) Handbuch der physiolog. Chemie zu lesen sei, dass Körperbewegung die Menge des Urins *vermindert*. Dann sollen seine Erfahrungen beweisen, dass nicht einmal Vermehrung, wohl aber *häufig* Verminderung der Urinmenge nach *starker* Bewegung constatirt werden konnte. „Bei Speck", so fährt L. fort, „trat constant Urinverminderung ein. Auch die Vermehrung des Harnstoffs etc. im Urin nach *starker* Bewegung war nicht jedesmal vorhanden, wohl aber bei mir auffallend geringe Quantitäten." Was will nun Hr. L. mit diesen Citaten sagen? Ein Zweifaches. Ich war nämlich früher der Meinung, dass grössere Körperbewegung auch die Urinmenge vermehre, und schloss dass, wenn ich die vermehrte Körperbewegung nicht gehabt hätte, nun die Urinmenge in den Sitzbadeversuchen noch mehr vermindert erscheinen würde. *Diesen freilich unrichtigen Schluss will* Lehmann *beseitigen, und dann im Hintergrunde den Leser durch seine* (L. Lehmann's) C. G. Lehmann's und Speck's *Autorität induciren, anzunehmen, 'dass Bewegung die Urinmenge vermindere, so zwar, dass, wenn ich die beiden Versuche mit stärkerer Bewegung ausgeschieden hätte, nun ein zu seinen Gunsten sprechendes Resultat herausgekommen sein würde.* Prüfen wir also den Werth dieser drei Autoritäten!!

Wer sich die Mühe geben will, die C. G. Lehmann'schen sogen. „Erfahrungen" nachzulesen, wird gewiss den Schluss nicht gerechtfertigt finden, dass die Körperbewegung die Urinmenge vermindere und den Harnstoff vermehre (vom Harnstoff später). Da aber Lehmann mir die C. G. Lehmann'schen Versuche entgegenhält und mich dadurch corrigiren will, so hätte man mindestens erwarten sollen, dass Hr. L. Lehmann (in Rehme) den C. G. Lehmann'-(in Jena)schen Satz selber für wahr halte. L. Lehmann sagt aber im IV. Bde, 4. Hefte S. 496 des Archivs von Vogel, Nasse und Beneke: „Der oben citirte, hier einschlägige Satz in den Handbüchern von Lehmann und Simon" (auf den sich C. G. Lehmann wieder stützt) „müsste also sehr beschränkt werden, wenn er Geltung behalten soll. Nicht alle Menschen erfahren gleichmässig oder in demselben Sinne die Wirkung der ermüdenden Körperbewegung, den Urin zu vermindern, und dieselben Menschen erfahren die-

selbe ebenfalls nicht in gleichem Grade zu jeder Zeit.“ *Also hier gesteht* L. Lehmann *der* C. G. Lehmann'schen *Behauptung keine allgemeine Gültigkeit zu, und diese müsste sie besitzen, wenn sie auch auf meine Versuche Anwendung finden sollte.* A. a. O. führt L. Lehmann eine Versuchsreihe an, aus welcher er schliesst: „Bei dieser Versuchsperson ist eine Abnahme der Harnmenge bei *ermüdender* Körperbewegung durchaus nicht wahrzunehmen.“ Und ferner eod. l.: „Ueberblicken wir sämmtliche Beobachtungen für Beantwortung der über diesem Kapitel stehenden Frage, so ist die Antwort nur eine wahrscheinliche, keine sichere und mathematisch zu begründende. Indessen ist doch das mit Sicherheit zu erkennen, dass körperliche, *ermüdende* Bewegung nicht alle Menschen gleichmässig afficirt. Bei den Versuchspersonen I, III und V *scheint* eine geringere Menge Harnes bei Bewegung entleert worden zu sein, indessen fehlt bei II und IV jeder Anhalt für dieselbe Annahme.“ Also es *scheint* Hrn. Lehm. die Verminderung des Harns bei Bewegung nur so zu sein, gewiss ist sie nicht, und zwei andere Versuchsreihen entbehren jeden Anhalts für dieselbe Annahme. Was berechtigt um's Himmels Willen Hrn. L. zu der Annahme, dass die unbedeutende Mehrbewegung von $^1/_2$ Stunde, *die gewiss nicht ermüdend war*, bei mir die Urinmenge vermindert habe? Sehen wir uns deshalb meine Sitzbadeversuche in Moleschott's Unters. Bd. VI. S. 54 näher an! In den Sitzbadeversuchen mit nicht ermüdender, unbedeutend vermehrter Bewegung schied ich in 3 Stunden 512 und 594 C. C. Urin aus, an mehreren anderen Sitzbadetagen mit geringerer Körperbewegung 365, 340, 278, 458 C. C., das Mittel aus 10 Versuchen war 470 C. C., also bleiben die Sitzbadeversuche mit vermehrter Körperbewegung noch ansehnlich über dem Mittel. Geht hieraus nun hervor, dass die stärkere Bewegung urinvermindernd gewirkt habe? Oder, woraus will L. beweisen, dass, wenn ich mich nicht stärker bewegt hätte, nun die Urinmenge grösser gewesen sein würde? Aus Speck's Versuchen etwa? Betrachten wir sie näher! — Aus der ersten und zweiten Reihe folgt, dass die Versuchsperson von Speck bei *starker Anstrengung und darnach folgender grosser Ermüdung, starkem Schweisse und 6stündigem Gehen* weniger Urin ausschied, als wenn sie gänzlich un-

thätig war. — Dadurch, dass ich in zwei Fällen eine halbe Stunde weiter ging, wurde ich nicht ermüdet, schwitzte nicht, sondern transpirirte nur gelinde, und so sieht Hr. L., dass Speck's Versuche auf die Resultate meiner Sitzbadeversuche gar nicht anwendbar sind; denn es müsste doch zuerst bewiesen werden, dass eine unbedeutende Bewegung von $^1/_2$ Stunde Dauer schon den Urin vermindere. So wie man die Bedingungen verändert, treten wieder andere Resultate hervor. Speck verminderte bei der 4ten und 5ten Versuchsreihe die Nahrung etwas, so dass die Versuchsperson in beiden Reihen etwas weniger Fleisch bekam, unter übrigens gleichen Bedingungen. Nun ist die urinvermindernde Wirkung der starken Bewegung nicht nur nicht sichtbar, sondern sogar nicht wahrscheinlich. Wenn zwar Speck glaubt, auch hier eine urinvermindernde Wirkung wahrgenommen zu haben, so wird wohl Jeder, der mit Zahlen umzugehen versteht, wissen, dass sich Speck in einem Irrthume befindet, und zwar um so mehr, da er nur 5 und 5 Versuche einander gegenüberstellt. Lehmann wird endlich zugeben, dass die Heranziehung von Speck's Versuchen auf meine Sitzbadeversuche nicht passt, und wenn er glaubt, dass bei seinen Versuchen über die Wirkung starker, ermüdender Körperbewegung auf den Stoffwechsel bei den Versuchspersonen I, III und V *es scheine,* dass durch die Bewegung der Urin vermindert worden, so kann ich auch diesen seinen Schluss nicht billigen. Versuchsperson I (H. Lehmann selbst) schied nach 8stündiger Bewegung zu Fuss 1410, bei 7½stündiger 1566 C. C. Urin, bei Ruhe in derselben Zeit und unter gleichen Bedingungen 1390 und 1353 C. C., bei 3stündigem Graben 1335 C. C., bei Ruhe 1375 C. C. Urin aus; bei der Versuchsperson III finden wir bei Ruhe 871, 1044, 1063 C. C., bei starker Anstrengung 1539, 1561, 1118 C. C. Urin, Versuchsperson V endlich liefert in der Ruhe 613, 630, bei mehrstündigem Laufen und Gehen auf der Ebene 761, 689, 649 C. C. Urin. So lange in den Zahlenreihen Lehmann's von 5 bis 9 Versuchen noch 3 und 3 solcher Versuchszahlen aus den entsprechenden Reihen einander gegenübergestellt werden können, ist ein solcher Schluss, wie L. ihn macht, durchaus nicht zulässig, und wenn er die Radicke'sche Anleitung befolgt hätte, so würde er zu solchen ungegründeten Schlüs-

sen nicht gekommen sein. Aber Hr. L. hat, wie es scheint, die Arbeit des Hrn. Radicke nicht richtig aufgefasst. Er (Hr. L.) sagt in seiner Preisarbeit S. 487 a. a. O.: „Sollen die von Radicke in klarer Weise entwickelten Ansichten über die Bedeutung und den Werth arithmetischer Mittel auch für die hierher gehörigen Arbeiten Gesetzeskraft beanspruchen dürfen? Bereits haben berechtigte Stimmen diese Frage, wenn sie schlechthin gestellt wird, verneint. Auch ich trage kein Bedenken, mich diesem Votum aus der Erfahrung anzuschliessen, dass eine genügend lange Reihe von Tagen mit *gleichen* Bedingungen für einen Menschen als Versuchsperson nicht wohl gegeben werden kann. Tellurische und atmosphärische Einflüsse, Erlebnisse des Menschen, Berufsarbeiten, unvermeidliche Störungen, die durch Besuch, durch Anregung, durch Gemüthsaffekte wirken, werden eine nie festzubestimmende Einwirkungsgrösse darstellen, welche die Festsetzung der geltenden Regel in streng mathematischem Sinne unmöglich erscheinen lassen.“ Sonderbar! Gerade, weil alle diese von Lehm. genannten Einflüsse, so viele Störungen auf den gleichmässigen Gang des Lebens des Menschen einwirken, gerade deshalb sind Zahlen, resp. die Mittelwerthe aus denselben, die wir bei unsern Versuchen erhalten, unsicher, und der mathematische Calcul zeigt einfach und klar, wie weit die Unsicherheit geht, wann wir erst Wahrscheinlichkeit oder Gewissheit anzunehmen haben, und wann und unter welchen Bedingungen sich Unsicherheiten zeigen und wo nicht. Wären diese Störungen nicht vorhanden und überall die Bedingungen, unter welchen wir arbeiten, ganz gleich, so brauchten wir den höhern mathematischen Calcul der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht, wir könnten dann einfach, wie „die berechtigten Stimmen“ es schon gethan und noch thun, die Mittelwerthe zusammenstellen und Schlüsse auf ein Mehr oder Weniger ziehen. Gerade die Gründe, weshalb Lehmann die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die von uns in physiologischer Weise gewonnenen Zahlen verwirft, sind es, welche die Anwendung jener gebietet, sofern wir wissenschaftlich richtige Resultate gewinnen wollen.

Ich möchte nun gerne noch erfahren, was denn das für berechtigte Stimmen sind, deren Votum Hr. Lehmann sich anschliesst.

Ich kenne nur zwei, welche Radicke gegenüber getreten, aber von diesem mit dem Gewichte der entscheidendsten Gründe zurechtgewiesen und vernichtet worden sind, nämlich Beneke und Vierordt; und Hrn. Lehmann wird es nicht entgangen sein, dass Dr. Ueberweg die „Logiker der Thatsachen" lächerlich gemacht hat.

Ferner möchte ich gerne erfahren, ob Lehmann im Ernste glaubt, dass, weil sich bei Speck's Versuchsperson eine Verminderung der Urin- und Harnstoff-Menge zeigte, nun daraus abgeleitet werden dürfe, dass die Körperbewegung (sei es auch nur ein Pas von einer halben Stunde) den Urin vermehre? besonders wenn er selbst bei mehreren Personen solche Wirkungen nicht findet?

Und wenn nun Lehmann nicht ganz Unrecht hat, dass ich die beiden Sitzbadeversuche mit vermehrter Bewegung hätte ausscheiden sollen, so würde, wie schon aus obigem Calcul hervorgeht, der Mittelwerth erst recht gegen Lehmann und zu meinen Gunsten sprechen. Das arithmetische Mittel würde in den Sitzbadeversuchen jedenfalls kleiner werden.

Daraus, dass nicht mit Sicherheit eine urinvermehrende Wirkung der Sitzbäder erschlossen werden darf, folgt noch nicht, dass sie wirkungslos sind, vielmehr ist das Sitzbad ein kräftiges, unschätzbares Heilmittel. Dass durch das Sitzbad in der ersten halben bis ganzen Stunde die Urinmenge vermehrt werden kann, ist zwar von Lehmann *nicht bewiesen,* aber *für seine Person* unter näher angegebenen Bedingungen, Fasten etc. nicht ganz unwahrscheinlich und schon einigermassen dadurch erklärlich, dass die Verdunstung des Wassers durch die Haut vom Blute aus durch das kalte Wasser vermindert wird, und nur die Nieren in stärkere Thätigkeit gerathen, die nachlässt, sowie die Haut wieder besser secerniren kann. Ein solches Hin- und Herwogen der Blutmasse, von der Haut zu den Nieren, und umgekehrt, kann sehr bedeutende Heilwirkungen hervorbringen, aber wissenschaftlich erklären können wir sie nicht. *Doch ich will diese Reflexionen unterdrücken, weil sich unser Streit nie um die Frage bewegt hat, ob beim Fastenden, und namentlich bei der Person des Hrn.* Lehmann, *in der ersten, oder zweiten, oder dritten halben Stunde nach dem Sitzbade, dieses den Urin vermehre oder nicht.* Wenn ich früher hoffte, derartige Con-

trolversuche mit Fasten etc. bald anstellen und veröffentlichen zu können, so bemerke ich, dass auch in dieser Beziehung die wissenschaftliche Welt nicht zu sanguinische Hoffnungen haben möge, da ich mit solchen Versuchen warten will, bis das Exsudat, welches ich vor einigen Monaten im linken Pleurasacke bekommen habe, gänzlich geschwunden sein wird.

Wenn sich Lehmann auf die Lampe'schen Versuche, als die Resultate der seinigen bestätigend, beruft, so ist er sicher im Irrthum, denn die Lampe'schen Versuche berechtigen weder zu einem Schlusse für, noch gegen Lehmann.

Dann sollen Erlenmeyer's ähnliche Versuchsresultate die seinigen bestätigen, meint Lehmann. Ich schliesse daraus, dass Lehmann die Arbeit Erlenmeyer's über das Sitzbad nicht, oder nur flüchtig gelesen hat. Sie findet sich in dem Correspondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Psychiatrie und gerichtliche Psychologie No. 2, S. 9 u. 10. Hr. Lehmann wird a. a. O. erkennen können, dass Erlenmeyer keinen einzigen Versuch über die Einwirkung des Sitzbades auf die Urinausscheidung mitgetheilt hat und bloss bemerkt: „b) Eine zweite Erscheinung, die sehr rasch eintritt, ist die vermehrte *Ausscheidung* des Urins, der auch ein höheres specifisches Gewicht zeigt als an den Tagen, wo nicht gebadet wird. Wenn wir auch annehmen, dass die grössere Menge des Urins auf Kosten des resorbirten Wassers zu bringen ist, so kann doch die vermehrte Ausscheidung fester Substanzen, welche das Aräometer nachweist, nur auf Rechnung des vermehrten Stoffumsatzes im Organismus gebracht werden." „c) Der *Stuhlgang* wird ebenfalls vermehrt." Erlenmeyer spricht hier von vermehrter *Ausscheidung* des Urins, die sehr rasch eintreten soll. Dies scheint nichts Anderes zu bedeuten, als dass der in der Blase vorhandene Urin durch den Reiz des kalten Wassers rasch und vollständiger vermehrt ausgeschieden oder ausgetrieben werde. Von einer vermehrten Urinbereitung in den Nieren, wie Lehmann glaubt, sagt Erlenmeyer nichts. Dieser scheint bei seinen Kranken einige Beobachtungen ohne Wägung oder Messung des Harns, und ohne Vergleichung des Normalzustandes angestellt und so ungefähr die Harnmenge geschätzt zu haben. Nach dem obigen Citat

scheint Erlenmeyer geglaubt zu haben, dass das Sitzbad an den Tagen, an welchen es genommen worden, die Urinausscheidung vermehre und das spec. Gewicht des Harns erhöhe. Das stimmt doch mit den Lehmann'schen Versuchen gar nicht, und Lehm. hat auch über diese Frage gar keine Versuche angestellt. Dass das Sitzbad den Stuhlgang *nicht* vermehrt, weiss Jeder, der als Arzt an Wasserheilanstalten wirkt. Hätte Erlenmeyer über die Urin- und Stuhlausleerung genaue Beobachtungen gemacht, er würde sie sicher ebenso in Zahlen ausgedrückt haben, als die vorhergehenden Versuche über Erhöhung der Temperatur des Badewassers, den Puls, die Athemzüge, die Sensibilität. Wenn ein Beobachter solche Behauptungen hinstellt, ohne sie durch Einzelversuche dargelegt und bewiesen zu haben, so sind sie für mich fast so gut, wie gar nicht vorhanden, d. h. die Behauptungen können wahr sein, aber auch ebensogut unwahr; man kann vorläufig mit ihnen nichts anfangen. Und nun will uns Lehmann glauben machen, dass wir Beide seit einem Jahre die Frage ventilirt hätten: „ob die Sitzbäder den Urin und gewisse Urinbestandtheile eines Badenden, *welcher fastet,* für die dem Bade folgende Stunde vermehre. Hat Erlenmeyer bei Fastenden solche Versuche angestellt? will Erlenm. seine vermehrte Urinausscheidung auf die dem Bade folgende Stunde beschränkt wissen? Habe ich jemals mit Hrn. Lehm. die von ihm vorgespiegelte Frage jahrelang ventilirt? Wo es geschehen, geschah es nur beiläufig.

XXIV.

Untersuchungen über die Absonderung des Harnstoffs und deren Verhältniss zum Stoffwechsel.

Von

Carl Vogt.

Die nachfolgenden Untersuchungen enthalten keine neuen Thatsachen, keine neuen Versuche, keine eigenen Messungen und Wägungen. Es würde mir zu solchen sowohl an Zeit als an Gelegenheit fehlen. Ich glaube sogar, dass, wenn mir beide zu Gebote ständen, ich sie doch kaum zu solchen Untersuchungen benutzen würde, indem ich, nur zu sehr die Unzulänglichkeit der eigenen Kraft fühlend, meine Bestrebungen anderen Vorwürfen zuwenden würde. Ich biete also nur Untersuchungen, die auf den von Anderen gewonnenen Thatsachen fussen.

Unter diesen verdienten vor Allen die von Dr. Voit gewonnenen Resultate die eingehendste Berücksichtigung. Es sind dieselben in dem gehaltvollen Buche „die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers durch „neue Untersuchungen festgestellt von Dr. Bischoff und Dr. Voit“ aufgezeichnet. Gehaltvoll darf ich in der That dies Buch nennen, in so weit sein Inhalt Hrn. Dr. Voit angehört, der *allein* alle Wägungen, Messungen, Analysen, Fütterungen etc. ausgeführt hat. Die Besprechung, Berechnung und Feststellung der Resultate wird dagegen

von beiden Verfassern gemeinschaftlich beansprucht und gleicht sogar der früheren, von Hrn. Bischoff bei dem „Harnstoff als Mass des Stoffwechsels“ benützten Art und Weise, so auffallend in der Form, dass wir diesem letzteren den wesentlichsten Antheil daran zuschreiben möchten. — Der Beitrag des Hrn. Voit gehört in der That zu dem Werthvollsten, was wir in der physiologischen Literatur besitzen — das Ergebniss der gemeinschaftlichen Arbeit hingegen dürfte leicht ein diametral entgegengesetztes Urtheil rechtfertigen. Vielleicht könnte indess nach Ausscheidung des Gemeinschaftlichen, Hrn. B. noch das Verdienst der Dressur des Hundes als specielles Eigenthum zufallen.

Wenn die nachfolgenden Untersuchungen sich vorzugsweise an das genannte Buch, an den Vortrag des Hrn. Bischoff vom 4. Juni 1860 in der baierischen Akademie der Wissenschaften und an die „Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel von Dr. C. Voit“ anlehnen, so geschah dies mehr, um einen greifbaren Faden in dem Labyrinthe zu haben, als um innerer Ursachen willen. Indem ich kritisch forschend dem von den Verfassern betretenen Wege folgte, wollte ich zugleich einer ganzen Richtung entgegentreten, welche seit einiger Zeit sich mehr und mehr in der Wissenschaft breit zu machen sucht und sich alle Mühe gibt, den Sehenden die Augen auszustechen, um nach dem alten Sprichworte, dass unter Blinden der einäugige König, die eigene Kurzsichtigkeit in den Vorderrang zu heben.

Es spuckt hier eine neuere Phase der selig verstorbenen Naturphilosophie, welche die Natur nach aprioristischen, „mit dem geistigen Auge geschauten“ Sätze modeln und sie in das enge Procrustes-Bette dieser Philosophie einzwängen wollte. Man sollte wohl kaum glauben, dass der alte Wilbrand aus Giessen, dessen Polaritätstheorie mit magnetischem Indifferenzpunkt noch meine ersten Studienjahre beschäftigte, so lebenszäh wäre, um noch nach seinem Tode in seinem ehemaligen Nachfolger herumzuspucken und als Klopfgeist die Aufspeicherung der Electricität als Bewegungskraft des Thierkörpers aus dieser neuen Incarnation heraus zu verkünden.

Ich habe damit wohl diese verderbliche Richtung zur Genüge bezeichnet. Sie ist es, die ich einmal in recht sichtbarem Beispiel

an der Hüfte fassen und in der ganzen Trostlosigkeit ihres Beginnens Jedermann vor Augen stellen wollte. Nordpol, Südpol, magnetischer Indifferenzpunkt — das war das Schiboleth der Wilbrand'schen Naturphilosophie; — Fleisch, Fett, Wasser, Wärme, Bewegung, Electricität — das sind die sechs Ecken des physiologischen Dreieinigkeitszeichens, aus dem der Thierkörper jetzt in München construirt wird.

Dies Beispiel aber musste ich wählen, weil nirgends mehr wie hier, der Beweis geliefert werden kann, auf welch' unselige Weise Jahre lange treue Arbeit, von dem Untergeordneten geleistet, durch die Dazwischenkunft des Höhergestellten jammervoll verhunzt und verunstaltet werden kann.

Aber noch mehr bezweckte ich mit dieser Arbeit, nämlich eine Protestation, eine mehrfache Protestation.

Eine Protestation gegen jene Verfahrungsweise, die mit unbekannten und unbestimmten Grössen und Werthen spielt, als seien dieselben nur dazu da, um die Taxe derjenigen Werthe voll zu machen, welche es den Herren beliebt hat, zu bestimmen — eine Protestation gegen den mathematischen Unsinn der aus zwei unbekannten Grössen nicht nur eine dritte unbekannte berechnen will, sondern sich sogar anmasst, aus unbekannten Grössen heraus eine dritte, bekannte corrigiren zu wollen. Oder ist etwa das Verfahren, welches uns seit Jahren vorgeführt wird, ein Anderes? In den früheren Untersuchungen von Hrn. Bischoff „der Harnstoff als Mass des Stoffwechsels" musste der Hund kohlensaures Ammoniak ausathmen, um hypothetische Rechnungen zum Klappen zu bringen — in den jetzigen darf er nicht einmal stinken, indem dadurch Stickstoff verloren gehen könnte, der doch sämmtlich als Harnstoff ausgeschieden werden muss! So wird mit der unbekannten und unbestimmten Grösse der Perspiration umgegangen!

Damit nicht genug, will man aus dem Gewichte der Nahrung, des gesoffenen Wassers, des gelassenen Harns und Kothes und der Menge des Harnstoffes nicht nur die Menge des zersetzten Körperfleisches, sondern auch diejenige der ausgeathmeten Kohlensäure und Wassers, jede für sich, berechnen — eine reine mathematische Unmöglichkeit, zu deren Zurückweisung es wahrlich keines Radicke bedarf. Ja noch mehr; — man corrigirt mittelst der aus unmöglichen Rechnungen hervor-

gegangenen Facits die wirklich constatirten materiellen Thatsachen, wie z. B. die Einnahme und kommt so zu dem Resultat, dass ein Hund, der nur Zucker gefressen hat, als Einnahme Fleisch und Fett berechnet erhält.

Also eine erste Protestation gegen das mathematische Unverständniss.

Aber eine zweite nicht minder energische Protestation gegen das dictatorische Imponiren, das mit kategorischem Imperativ in die Wissenschaft hinein Sätze befiehlt, die *später erst bewiesen werden sollen*; gegen dieses moderne Papstthum, das die Glaubenssätze dem versammelten Concil nicht zur Prüfung unterwirft, sondern zur Annahme an den Kopf wirft, mit dem herrischen Befehl, wer nicht annehmen wolle, möge sich aus dem Tempel hinausscheeren! Und wenn noch der eine und derselbe Satz „vollkommen unerschüttert uns entweder einfach wiederholt“ oder durch neue Beweise unterstützt würde! Wenn aber heute weiss und morgen schwarz denselben Satz unterstützen soll, so ist es eine bedenkliche Sache um den Glauben, obgleich alle Wege nach Rom führen.

Frühere Proposition: Ein Drittel des in der Nahrung aufgenommenen Stickstoffes fehlt in dem Harnstoff —

Abgeleiteter Glaubenssatz: Also ist der Harnstoff nur das Produkt des Umsatzes.

Neuere Proposition: Aller Stickstoff der Nahrung erscheint im Harnstoff —

Abgeleiteter Glaubenssatz: Also ist der Harnstoff nur das Produkt des Umsatzes.

Frühere Proposition: Der geleistete Kraftaufwand entspricht der Menge des Harnstoffes —

Abgeleiteter Glaubenssatz: Also ist der Harnstoff nur das Produkt des Umsatzes.

Neuere Proposition: Der geleistete Kraftaufwand entspricht nicht der Menge des Harnstoffes —

Abgeleiteter Glaubenssatz: Also ist der Harnstoff nur das Produkt des Umsatzes!

Und wer das nicht glaubt, der „enthalte sich aller Untersuchungen der Art!“

Ich habe mich, wie die vorliegende Abhandlung zeigt, durch die Drohung nicht abhalten lassen.

Es ist wesentlich Kritik, die ich ausübe und ich gestehe es, scharfe und hoffentlich einschneidende Kritik. Aber sie war nothwendig, um dem progressiv zunehmenden Uebel zu steuern.

Man häuft Zahlen auf Zahlen, ohne sich darum zu kümmern, ob diese Zahlen auch richtig sein können. Aus diesen, auf wenigstens bestreitbarer, meistens sogar nachweislich falscher Grundlage gewonnenen Zahlen zieht man noch mittelst obenein mathematisch falscher Methoden Resultate, die also nothwendig unrichtig sein müssen. Man nimmt rein hypothetische Sätze und Erklärungen als positiv erwiesene Wahrheiten an, flicht diese in das unrichtige Gewebe ein und producirt endlich einen Schillertaffet, der in allen Farben spielen kann, je nachdem man ihn betrachtet. Das proklamirt man dann keck als wissenschaftliches Resultat, als wissenschaftlich festgestellte Grundfarbe.

Ein Beispiel zu dieser letzteren Behauptung. „Bei der Ernäh„rung der Nerven und Muskeln, sagt Hr. Bischoff in seinem Vor„trage, entwickelt sich ununterbrochene Electricität, durch welche die, „*wie* Du Bois *gezeigt hat*, bipolaren elektrischen Molekule der Mus„keln und Nerven in einer bestimmten Stellung erhalten werden.“ Wo hat Du Bois die Molekule gezeigt? Wo die elektrischen Molekule? Wo die bipolaren elektrischen Molekule? Wahrlich nirgends! Du Bois hat mit grossem Scharfsinn elektrische Phänomene nachgewiesen, Ströme, Spannungen, Schwankungen — diese Phänomene hat er gezeigt und die bleiben in der Wissenschaft, denn sie sind gewonnene Thatsachen. Zur Erklärung dieser Thatsachen nun nimmt er hypothetisch Molekule an, die bipolar elektrisch seien und sucht durch diese Annahme die beobachteten Erscheinungen mit den übrigen elektrischen Erscheinungen in Einklang zu bringen. Die Existenz dieser Molekule ist also nicht gezeigt, sie ist nur wahrscheinlich gemacht durch eine Hypothese, die durch andere Beobachtungen bestätigt oder umgeworfen werden kann und deren Wahrscheinlichkeit von dem ganzen Stande der Wissenschaft abhängt.

Mit all' diesen Dingen blendet man aber diejenigen, welche die Zeit nicht haben, oder die Mühe nicht nehmen wollen, der Sache auf den Grund zu gehen. Man pflanzt so einen Wust von Unkraut und endlich fordert es herkulische Kräfte, um dieses Unkraut auszurotten und mit der Wurzel zu vertilgen.

Dies die Gründe, warum ich die vorliegende Arbeit unternahm. Wenn die Ueberzeugung von dem Unverstande, den ich bekämpfe, mit jedem Schritte wuchs, so wuchs zugleich das Bedauern, dass so schöne Mittel in Hände gefallen sind, die sie grossentheils nicht zu gebrauchen verstehen und der innere Groll darüber, dass der Unverstand den Charakter des Befehls zum Köhlerglauben annimmt.

Ich stehe also auch hier auf dem alten Standpunkte und fechte unter der alten Fahne: Opposition gegen den Unverstand! Opposition gegen die Autorität!

Die Untersuchungsmethode und deren Fehler.

Der zur Untersuchung bestimmte Hund wird täglich einmal, „nachdem er Harn und Koth entleert hat, auf einer guten Decimalwage gewogen."

Wie weit die Genauigkeit dieser Wage geht, ist nirgends angegeben. Sie kann aber nach den vorliegenden Tabellen nicht bis auf Gramme gehen, denn die Gewichtsangaben erstrecken sich nur auf Dekagramme. Es ist also zu vermuthen, dass die Dekagramme noch zum Theil abgeschätzt und in den Fehlergränzen der Wage eingeschlossen sind, dass also die Fehler, gering geschätzt, auf 40 Gramm herüber und hinüber schwanken können. Das macht, bei einem höchsten Körpergewicht von 40 Kilo, eine Fehlergränze von zwei Tausendtheilen im Körpergewicht, eine Grösse, die bei Kothentleerungen von 40 Gr. und weniger allerdings bedeutend in das Gewicht fällt.

„Das Futter wird auf einer Tellerwage gewogen, die noch ein Decigramm genau angibt."

„Wasser und Harn werden nach Kubikcentimeter gemessen."

„Das specifische Gewicht des Harns wird mit einem genauen Aräometer gemessen."

„Der Harnstoff wird nach der Liebig'schen Titrirmethode bestimmt."

Das sind die Operationen, die zur Bestimmung der Einnahme und Ausgabe des Körpers vorgenommen werden.

Die Ausgaben der Perspiration werden nicht direkt bestimmt, sondern aus dem Unterschiede der Einnahmen und Ausgaben und des Körpergewichts berechnet.

Da die Faktoren bedeutend schwanken, so muss auch das Resultat dieser Subtraction in bedeutenden Gränzen schwanken. Die Perspiration wird aber als direkt gefundene Grösse behandelt.

Hierin liegt schon, wie man sieht, eine bedeutende Fehlerquelle.

Eine zweite findet sich im Kothe.

Die Abgabe desselben ist ausserordentlich unregelmässig und je von der verschiedenen Nahrung abhängig. Bei Fleisch-, Fleisch- und Fettfütterung z. B. vergehen oft 5—6 Tage je zwischen zwei Kothentleerungen — bei Brodfütterung erfolgt eine solche fast alle Tage.

Um nun den Einfluss dieses verschiedenartigen Verhaltens auf die Bestimmung des Körpergewichts möglichst zu eliminiren, bedienen sich die Verfasser einiger höchst willkührlicher Mittel. Gewiss, die einzige Verfahrungsart, um zum Ziele zu gelangen, hätte darin bestanden, die Versuchsreihen so in die Länge zu dehnen, dass die Unregelmässigkeiten sich möglichst ausgeglichen hätten.

Dies ist indessen fast niemals geschehen. Wir erhalten eine Menge von Tabellen über einen Tag, zwei oder drei Tage, die absolut unbrauchbar zu jeder Art von Schlussfolgerung sind, eben weil die Zustände, welche man untersucht und auf die man seine Schlüsse begründet, ihrer Kürze wegen gemischte Zustände sind.

Die Verfasser erkennen dies selbst an, indem sie Kothentleerungen, welche am dritten, ja fünften oder sechsten Tage einer Versuchsreihe eintreten, entweder ganz oder zur Hälfte, zu einem Drittel u. s. w., je nachdem es ihnen in den Kram passt, noch zur vorgängigen Fütterungsreihe zählen. Fast in jeder Parabase begegnen wir Phrasen wie der folgenden: „von den am 25. (dem dritten und letzten Tage der Versuchsreihe) gelassenen 238,8 Koth kommen 213,5 Grm. nach ihrer Beschaffenheit auf die vorausgegangene Fütterung und

gehen also vom Anfangsgewichte ab.“ Warum gerade 213,5 und nicht 205 oder irgend eine beliebige Zahl, ist durchaus nicht abzusehen — denn, wenn wir auch die Geschicklichkeit der „Sortirung in Koth“ den Hrn. B. und V. nicht in Abrede stellen wollen, so müssen wir doch geradezu sagen, dass eine bis auf einen halben Gramm ausgespitzte Sortirung einer Menge von 239 Gramm Koth in Fett- und Fleischkoth einerseits und Zucker- und Fleischkoth andererseits eine wirkliche Spielerei scheint. So wird S. 158 eine sechstägige Tabelle über Fleisch- und Zuckerfütterung gegeben, während welcher der Hund gar keinen Koth entleerte — erst am 8. Tage entleert er 213 Koth. Davon werden brevi manu 100 Gr. auf eine vorausgegangene Fleischfütterung, 172 auf die zu betrachtende Reihe und 41 Gr. auf die derselben nachfolgende gerechnet — doch gewiss eine Willkührlichkeit, deren Rechtfertigung schwer zu finden wäre.

Ganz eben so geschieht es mit den Endgewichten. Bald wird dem Hund so und so viel Koth gerechnet, „den er noch im Leibe hatte“ — irgend eine beliebige Zahl — bald auch nicht, je nachdem es gerade in die vorzunehmende Rechnung passt, je nachdem der Hund ab- oder zugenommen haben soll.

Hat der Hund abgenommen, soll er aber der Theorie zufolge zugenommen haben, so wird ihm der erste, zuweilen selbst noch der zweite, während der Versuchsreihe gelassene Kothhaufen vom Anfangsgewichte abgezogen und am Ende ihm noch eine beliebige Quantität Koth in den Darm gepfropft, mit welcher er zusehen kann, wie er sie los wird.

Durch eine *willkührliche Operation* wird also das Anfangsgewicht auf eine imaginäre Grösse herabgesetzt, das Endgewicht um eine ebenfalls willkührliche Grösse vermehrt und so das Resultat gefälscht und oft sogar in's gerade Gegentheil verkehrt.

Vielleicht möchten mir die Verfasser einwenden, dass sie aus ihren zahlreichen Versuchen eine Mittelzahl für den Kothdebit bei verschiedenen Fütterungsarten gefunden hätten.

Wenn aber der Koth *bis auf acht Tage hinaus* zu einer vorigen Futterreihe gehören kann, wie sie selbst annehmen, so ist *kaum eine* ihrer Futterreihen lange genug, um acht Tage Einfluss am Anfange und acht Tage Restanz nach dem Ende zu balanciren und auf eine

verschwindende Grösse herabzudrücken. Wenn sie also wirklich Mittelzahlen berechnet haben, so sind dieselben wieder aus Mischzahlen ausgezogen und müssen desshalb falsch sein.

Noch mehr. Es wird dem Hunde der Anfangskoth und der im Darme verbleibende Endkoth als solcher *in feuchtem Zustande* berechnet. Nun variirt aber der Gehalt des Kothes an Wasser ausserordentlich, nach der Angabe der Verfasser selbst. Brodkoth enthält 17,72 bis 27,68 Procent feste Theile; Fleischkoth 29,71 bis 49,77; Fleisch- und Fettkoth 29,00 bis 63,08; Fleisch- und Zuckerkoth 18,72 bis 31,71 Procent. Wenn nun nach einer Fleisch- und Fettfütterung der Hund noch 200 Gr. Koth im Leibe haben soll, die ihm berechnet werden, wer sagt uns, was das für Koth war, von 29 oder von 63 Procent? Und wenn nun gar aus dieser hypothetischen Menge von Koth, von welcher man nicht weiss, enthält sie 58 oder 126 Gr. feste Stoffe, nach einer ebenfalls nicht fehlerfreien Mittelzahl (wie wir später beweisen werden) ein bis auf Milligramme ausgespitzter Stickstoffgehalt berechnet und als *gefundene Grösse* in Rechnung gebracht wird — wer kann dann behaupten, dass das Resultat überhaupt einigen Anspruch auf Richtigkeit machen könne?

Was wir eben von dem Kothe sagten, gilt für die sämmtlichen Untersuchungsreihen der Verfasser. Mit Ausnahme einiger wenigen, z. B. derjenigen über Brod, sind die meisten Tabellen zu wirklichen Schlüssen *vollkommen unbrauchbar*, indem sie zu kurz sind, um diejenigen Erscheinungen und Resultate zu eliminiren, die auf einer vorgängigen Fütterungsreihe beruhen. Der Koth ist in der That nur das sichtbare Zeichen des Hineinspielens einer vorgängigen Futterreihe in diejenige, welche untersucht wird. Die Verfasser gestehen selbst zu, dass eine Sekretion in dem Darme stattfinden und diese viel zur Kothmenge beitragen muss. Wenn man nun acht Tage nach einer Fütterung den derselben zugehörigen Koth noch so gut unterscheiden kann, dass man ihn bis auf ein halbes Gramm in dem Gemenge auszuscheiden fähig ist, so ist es auch klar, dass diese acht Tage noch unter dem Einflusse der vorigen Fütterung stehen, dass in Folge dieses Einflusses noch die Zusammensetzung des Blutes, das die Sekretion liefert, und die Sekretion selbst eine specifische Beschaffenheit haben

müssen, welche sie dem Nahrungsmittel verdanken und dem Kothe mittheilen; dass also jeder Versuch und jede Rechnung, welche sich auf solchen Mischzustand bezieht, schon an und für sich unrichtig sein muss.

Es müsste auch ohne den in dem Kothe liegenden Beweis Jedermann von vorne herein klar sein, dass sich dieses wirklich so verhält, dass die Fütterungsperiode eines Tages nicht mit diesem Tage abgeschlossen ist, sondern in folgende Tage hineinspielt. Nennen wir, um kurz sein zu können, den mit Brod gefütterten Hund — Brodhund —, den mit Fleisch gefütterten — Fleischhund —, so ist es klar, dass der Hund, der 14 Tage Brodhund war, nicht unmittelbar mit dem 15. Tage, wo er Fleisch erhält, auch Fleischhund wird, sondern dass er während noch unbestimmter Zeit, vielleicht während mehr als acht Tagen, ein veränderliches Gemenge darstellt, in welchem der Brodhund immer mehr ab-, der Fleischhund immer mehr zunimmt. Nichts desto weniger beziehen die Hrn. V. und B. ihre Beobachtungen und Rechnungen von dem Augenblicke der Nahrungsänderung an auf eine einheitliche Grösse, auf den Brod- oder Fleischhund und berechnen alle ihre Tabellen und Resultate *von dem Augenblicke an*, wo eine neue Fütterungsreihe anfängt.

Und doch hätten ihre eigenen Hungertabellen, wo der Harnstoffdebit in den ersten Tagen verhältnissmässig viel grösser ist, als in den späteren Tagen, sie darüber belehren können, dass ein solches Verhältniss besteht! Und doch dämmert Hrn. Voit, *wo er allein arbeitet*, die Erkenntniss desselben auf, indem er eine Reihe mit täglichem Wechsel von Ruhe und Bewegung selbst als nicht vorwurfsfrei verlässt und bei einer zweiten Hungerreihe „den ersten Tag abrechnet, wo wegen des vorhergehenden guten Fressens noch mehr Eiweiss sich umsetzte.“ (Untersuchungen etc. S. 183.)

Merkwürdiger Weise ist nirgends von den Verfassern auch nur der Versuch gemacht worden, auf irgend eine Weise den Einfluss der Nahrung auf folgende Tage festzustellen. Der Hunger ist hiezu, wie man leicht sieht, nicht ganz geeignet, indem durch gänzliche Entziehung der Nahrung allzuschnell abnorme Verhältnisse und Krankheitserscheinungen auftreten, welche das Resultat trüben. Man sollte aber denken,

dass ein reineres Resultat erzielt werden könnte, wenn nach längerer Fleischfütterung, durch welche der Harnstoffdebit auf sein relatives Maximum gebracht wäre, nun unmittelbar eine längere Fütterungsperiode von stickstofflosen Nahrungsmitteln, z. B. in Fett gebackener Stärke oder ähnlichen Dingen erfolgte, die in Bezug auf die stickstoffhaltigen Gewebe dem Hunger gleich käme. In der ganzen von Okt. 1857 bis Juli 1859 dauernden Versuchszeit finde ich aber nicht einen Versuch, eine solche Bestimmung anzustreben — stets wird der Hund wie ein einfaches Wesen betrachtet, das von 24 zu 24 Stunden die Bilanz zwischen Ein- und Ausgabe vollständig regelt, die Kasse stürzt und in derselben keinen rothen Heller zum Münzwechsel für den nächsten Tag übrig lässt.

Indem ich dieses niederschreibe, blättere ich in der von Dr. Voit *allein* ausgearbeiteten Abhandlung über das Kochsalz, die meinem Zwecke ferner liegt und finde, dass derselbe, hinsichtlich des Kochsalzes ganz auf dasselbe Resultat gelangt — bei Zuthat von Kochsalz zur Nahrung sinkt „erst am achten Tage“ nach dem Aufhören der Zuthat die im Harn ausgeschiedene Kochsalzmenge auf ihr Normalmass zurück — also auch hier, bei Kochsalzfütterung, ein Hineinspielen der vorgängigen Fütterungsperiode auf wenigstens die ganze folgende Woche. Und was für Koth und Kochsalz wahr ist, soll für Eiweiss nicht wahr sein?!

Wir resumiren uns also dahin, *dass alle Versuchsreihen, welche kürzer als acht Tage sind, ganz gewiss völlig unbrauchbar sind* und dass alle Berechnungen, in welche diese ersten acht Tage längerer Versuchsreihen mit in den Kreis der Berechnung gezogen sind, nothwendig ebenfalls durchaus falsch und unbrauchbar sein müssen.

Nicht minder behaupten wir, dass die Körperwägungen zu bedeutende Fehlergränzen zeigen und dass die sogenannte Berücksichtigung des Kothes, durch Einführung rein willkührlicher Faktoren, ebenfalls eine bedeutende Fehlerquelle, sowohl für die Bestimmung des Körpergewichtes, als für die übrige Berechnung in sich schliesst. Dass aber dadurch die quantitative Bestimmung der Perspiration, die nur als Deficit der übrigen, unrichtigen Faktoren berechnet, nicht direkt bestimmt wird, ebenfalls unrichtig werden muss, liegt auf der Hand.

Der nächste Zweck, den die Verfasser und wir hier im Auge haben, ist die Bestimmung des Ernährungskreislaufes der stickstoffhaltigen Körpersubstanzen. Zu diesem Endzwecke werden die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel analysirt und ihr Stickstoff festgestellt; dann die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffes bestimmt, dessen Zusammensetzung bekannt ist und endlich der Stickstoffgehalt des Kothes bestimmt.

Aus dem Stickstoffgehalt der Nahrungsmitel wird die Menge von Fleisch berechnet, die aus den Nahrungsmitteln gebildet worden sein soll — aus dem Stickstoffe des Harnes und Kothes wird die Menge von Fleisch bestimmt, welches zersetzt worden sein soll.

Stimmen beide Zahlen nicht, so hilft man sich durch Rechnung. Hat der Hund mehr Stickstoff durch Harn und Koth entleert, so berechnet man aus diesem Stickstoffüberschusse die Fleischmenge, welcher er entsprochen haben könnte und sagt: der Hund hat x Fleisch von seinem eignen zugesetzt. Ist das Umgekehrte der Fall, so berechnet man aus dem Stickstoffüberschusse der Nahrungsmittel die Fleischmenge, welche diesem Ueberschuss entsprechen könnte und sagt: der Hund hat x Fleisch angesetzt. Entspricht der supponirte Abgang oder Ansatz von Fleisch dem Körpergewichte nicht, so ergänzt man das Fehlende durch Fett und Wasser, wenn Fettbildner in den Nahrungsmitteln waren, durch Wasser allein, wenn keine Fettbildner eingenommen wurden.

Da alle diese hypothetischen Ansätze und Abnahmen auf *Kosten* der als Deficit berechneten Perspirationsgrösse geschehen, so wird diese auf's Neue durch beträchtliche Fehler afficirt und also *gänzlich werthlos* gemacht.

Ich will nun beweisen, dass das angegebene Verfahren der Stickstoffbestimmungen in Nahrung und Koth ebenfalls die beträchtlichsten Fehlerquellen in sich schliesst und zu Resultaten führen muss, welchen gegenüber die grösste Vorsicht geboten ist.

Wir trauen Hrn. Voit alle mögliche Uebung und Sicherheit im Analysiren zu, wir zweifeln nicht, dass seine Analysen so vollkommen sind, als nur irgend möglich — aber nichts desto weniger behaupten wir, dass auch bei der genauesten Methode und bei der grössten Sicherheit eine einmalige Elementar-Analyse eines so sehr in seiner Zusammen-

setzung wechselnden Materiales, wie organische Substanzen überhaupt sind, niemals ein zuverlässiges Resultat geben kann. Namentlich hinsichtlich der verwickelten Stickstoffbestimmungen ist dies der Fall, wie jeder, der mit solchen Arbeiten nur irgend vertraut ist, ohne weitere Beweise zugestehen wird.

Nun finden sich aber gerade für den Koth, der so sehr in seinen Bestandtheilen je nach der Nahrung wechselt, fast überall nur einfache Analysen für die Bestimmung des Stickstoffgehaltes — mit Ausnahme des Fleischkothes, für welchen zwei Analysen gemacht worden sind, die eine Differenz von 0,11 im Stickstoffgehalte zeigen. Für Fleisch- und Leimkoth, Fleisch- und Stärkekoth, Fleisch- und Zuckerkoth, Brodkoth, Leim- und Fettkoth ist stets nur eine Analyse gemacht worden und mit so sonderbarem Resultat noch obenein, dass Fleisch- und Zuckerkoth mehr Stickstoff enthält (7,29%) als Fleischkoth (6,47% im Mittel) oder Fleisch- und Leimkoth (6,69%), während begreiflich Brodkoth (2,92%) Leim- und Fettkoth (3,02%), Fleisch- und Stärkekoth (4,38%) sehr zurückstehen.

Wie dem aber auch sei, so sehen wir für verschiedene Zustände und Mengungen eines thierischen Produktes, des Kothes, dessen Gehalt an festen Theilen bei verschiedener Ernährung zwischen 10,93 und 63,08 Procent wechseln kann, und dessen feste Theile von 2,92 bis 7,92 Procent Stickstoff enthalten können, oft nur eine einzige Analyse für den Stickstoffgehalt gemacht, während doch Jedermann weiss, dass zur Feststellung des Stickstoffgehaltes einer genauen definirten Substanz, wie z. B. einer organischen Base oder Säure, Reihen von Analysen gehören.

Man wird uns vielleicht einwenden, dass die Hrn. B. und V. eine ungewöhnliche Geschicklichkeit im Sortiren des Hundekothes besitzen und dass desshalb die Analysen auch stets auf eine genau definirte Art von Koth fielen.

Wir bemerken hierzu nur folgendes: die Fleisch- und Zuckerkoth-Analyse fällt, ihrem Datum nach, an das Ende einer sechstägigen Futterreihe, die mit *steigenden* Zuckermengen gemacht wurde, 100, 150, 250, 350 Gr., wurden zuletzt nur zwei Tage vor der Entleerung gegeben. Die Brodkoth-Analyse fällt auf den fünften Tag der Futter-

reihe; die Fleisch- und Leimkoth-Analyse auf den achten Tag einer Reihe mit absteigenden Quantitäten Fleisch (2000 und 200 Gr.) und aufsteigenden Quantitäten Leim (200 und 300 Gr.) — wie ist es also möglich, hier zu behaupten, dass der analysirte Koth in der That eine bestimmte auf die Berechnung der ganzen Reihe anwendbare Zusammensetzung gehabt habe, da die Factoren, die den Koth erzeugten, von Tag zu Tag variirten?

Ein Beispiel mag die Sache erläutern. Nehmen wir an, nach einer Fütterung mit Fleisch habe der Hund noch 100 Gr. Koth im Leibe, die in Rechnung gebracht werden sollen. Es kann Fleischkoth von 29,71% oder von 49,77% festen Theilen sein, die 6,41% oder 6,52% Stickstoff enthalten — die 100 Gr. können also 1,90 Gr. oder auch 3,25 Gr. Stickstoff entsprechen — immerhin eine so bedeutende Differenz, dass alle Berechnungen, in welche irgendwelche Berücksichtigung von Koth einspielt, an einer bedeutenden Fehlerquelle leiden.

Mit denselben Fehlerquellen sind die Bestimmungen der Nahrungsstoffe behaftet. Der Hund wurde 41 Tage mit Brod gefüttert, von dem er nach Belieben frass. Wir wissen nicht, war es Brod mit oder ohne Rinde — da die Rinde des Brodes, je nach dem Grade des Backens ein sehr verschiedenes Dicken-Verhältniss zum Brode hat, also eine sehr variable Grösse ist und viel weniger Wasser enthält als die Krume, so nehmen wir zur Erleichterung der Verfasser an, der Hund habe nur Krume erhalten. Aber auch deren Gehalt an fester Substanz wechselt von 53,30 zu 54,09. Da aber der Hund während dieser Zeit 31,608,2 Gr. Brod gefressen hat, so wissen wir nicht, ob er 16847 oder 17097 Gr. feste Substanz in den Magen bekommen hat und da die Stickstoffanalysen zwischen 2,27 und 2,46% variiren, so könnte auch hier die Stickstoffmenge zwischen 383,63 Gr. und 420,59 Gr. schwanken, also eine Differenz von 9% zeigen. Die festen, durch den Koth abgegangenen Stoffe lassen sich in dieser Reihe gar nicht bestimmen, denn bei den vier Analysen auf Wassergehalt, die gemacht worden sind, steigt die proportionelle Menge des Wassers im Kothe beständig, wenn auch nicht gleichmässig, so dass der am 10. Oktober entleerte Koth 27,68 Procent, der am 30. Okt. entleerte dagegen 17,72 Procent feste Stoffe enthält. Aus solchen Analysen eine Mittelzahl

zu nehmen, geht doch wahrlich um so weniger, als vom 30. Okt. bis zum 9. Nov., wo die Reihe aufhörte, also während 10 Tagen, innerhalb welcher die Wassermenge im Koth *wahrscheinlich* stets zunahm, keine Kothanalyse mehr gemacht wurde. Welche bedeutende Differenz aber dieser Unterschied von 10% Wassergehalt in Koth bei einer Totalmenge von mehr als 9 Kilo Koth machen müsse, liegt auf der Hand.

Dasselbe gilt vom Fleische. Hr. Dr. Voit hat Stunden damit zugebracht, das Fleisch selbst zu erlesen, von Fett und Sehnen zu befreien und sehr sorgfältig zu präpariren. Wir zweifeln keinen Augenblick daran, dass auf diese Weise das zur Nahrung gereichte frische Kuhfleisch so rein als möglich war. Aber behaupten zu wollen, dass dies Kuhfleisch stets denselben Stickstoffgehalt hatte, scheint uns doch zu weit getrieben. Wenn ein Thier, je nach der Ernährung, Wasser *ansetzt* oder nicht, so muss auch das Fleisch, je nach der Fütterung, wässeriger oder trockener sein. Die Muskeln eines Körpers haben nicht die gleiche Elementarzusammensetzung, je nachdem sie gearbeitet haben oder nicht, je nachdem das Thier behandelt worden ist vor dem Tode und beim Schlachten, je nachdem mehr oder minder Blut in den Muskelgefässen zurückgeblieben ist u. s. w.

Auch ist Kuhfleisch kein Hundefleisch und es ist nicht wahrscheinlich, dass der Hund beim Fressen von Kuhfleisch auch Kuhfleisch ansetzt.

Nichts desto weniger ist 14,11% Stickstoff die unveränderliche Grösse für sämmtliches Fleisch und wird diese Grösse unentwegt bei allen Auf- und Abrechnungen in Anschlag gebracht. Aus dem Stickstoffe der Nahrungsmittel wird die entsprechende Menge um-, an- und abgesetztes Fleisch berechnet, aus dem Stickstoffe des Harns und Kothes ebenfalls die dem Stickstoffgehalt entsprechende Menge Fleisch des Hundekörpers.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass die zu den Berechnungen benutzten analytischen Grundzahlen nicht so weit festgestellt sind, um sehr bedeutender Fehlergränzen enthoben zu sein; dass demnach dieselben nicht mit Sicherheit zur Berechnung von Vorgängen innerhalb

des Körpers benutzt werden können; dass alle weiteren, in zweiter oder dritter Linie aus den direkten Mass- und Gewichtbestimmungen gewonnenen Resultate, wie z. B. über die Perspiration, nothwendig in noch höherem Grade von diesen Fehlern behaftet sein müssen; dass also die ganze Methode der Beobachtungen nicht denjenigen Grad von Sicherheit besitzt, den sie zur Berechnung der verwickelten Vorgänge haben müsste. Wer aber physikalisch genaue Resultate bringen will, der muss auch physikalisch genaue und tadellose Untersuchungsmethoden an der Hand haben.

Die Controll-Rechnung.

„Wir haben glücklicher Weise eine doppelte Controlle in Anwen„dung bringen können" und „die grosse Genugthuung gehabt, dass „die auf so ganz verschiedenen Wegen gewonnenen Zahlen in der „Regel nur um wenige, 5—6 Gr. für den Tag von einander differiren." So sagen die Verfasser — untersuchen wir, welche Garantie der Richtigkeit diese sogenannten Controllen bieten.

Die eine Controlle besteht „in der Berechnung der nach dem gefundenen und berechneten Versuch entwickelten Wärmemenge, die das Thier gebildet hat." Es wurde diese Wärmemenge nicht direkt bestimmt, sondern aus der hypothetisch durch Berechnung gefundenen Kohlen- und Wasserstoffmenge der hypothetisch corrigirten Einnahme nach den Favre- und Silbermann'schen Zahlen berechnet.

Die Verfasser gestehen nun selbst zu, dass diese Zahlen „sehr zweifelhaft" sind und dass es „geradezu falsch ist" die Verbrennungswärme zusammengesetzter Substanzen einfach nach ihrem Kohlen- und Wasserstoffgehalt zu berechnen. Nichts desto weniger wird also ein zweifelhaftes Mass wissentlich in falscher Weise angewandt und — dennoch die Controlle richtig befunden! Freilich bis auf einige 100,000 Wärmeeinheiten für 24 Stunden mehr oder weniger kömmt es den Verfassern dabei nicht an.

Wir glauben uns der Kritik einer solchen Controlle nicht weiter unterziehen zu sollen. Geräth es, so gibt es eine Pfeife, sagen bei

uns die Jungen, wenn sie Weidenpfeifen im Frühjahre machen. Wenn ein Geometer, der mit einer notorisch falschen Messkette im Zickzack über Berg und Thal misst, *zufällig* im Resultat mit demjenigen übereinstimmt der mit genauem Instrumente nach richtiger Methode gemessen hat, so ist das keine Controlle, sondern es hat eben ein blindes Huhn ein Korn gefunden. Auch läuft diese sogenannte Wärme-Controlle nur als höhere wissenschaftliche Verbrämung an dem Saume des übrigen Inhaltes her und wir glauben gern, dass die Verfasser sie wohlfeil geben.

Betrachten wir nun die zweite Controllrechnung, so ergibt sich zuerst, dass dasjenige, was die Verfasser Controllrechnung nennen, im Gegentheile das thatsächliche Resultat der Wägungen enthält, die sogenannte Einnahme- und Ausgabe-Rechnung dagegen der Versuch einer von denselben Thatsachen ausgehenden hypothetischen Controllrechnung ist.

In die sogenannte Controllrechnung wird nämlich eingetragen: das durch Wägung und Messung constatirte Gewicht der aufgenommenen Nahrung und Wassers; die ebenso constatirte Gewichtszunahme oder Abnahme des Körpers, das Mass und Gewicht der sichtbaren Ausscheidungen, Harn und Koth. Zieht man die Ausgaben von den Einnahmen ab, so erhält man das Gewicht der unsichtbaren Ausgaben durch Haut und Lungen.

Diese sogenannte Controllrechnung ist also in ihrem ersten Theile der reine Ausdruck der durch Mass und Wage gewonnenen Thatsachen — sie ist die Buchung im Journal, um mich eines kaufmännischen Ausdruckes zu bedienen. — Sie enthält aber auch einzig die gewonnenen Thatsachen — denn dasjenige, was die Verfasser die Rechnung nennen, enthält nicht auf anderem Wege gewonnene Thatsachen, nicht in anderer Weise erhaltene Resultate, sondern ist nur eine Ausprägung derselben Thatsachen in anderer Redeweise. Eine andere Ausdrucksweise ist aber keine Controlle. Die Höhe des Grimselpasses über dem Meere wird nicht dadurch controllirt, dass ich einmal sage: Der Grimselpass ist 6600 Fuss hoch — und daneben setze: Wir beweisen dies dadurch, dass das Meeresniveau 6600 Fuss unter dem Grimselpasse sich befindet. — Die auf barometrischem Wege gefundene

Höhe wird controllirt, wenn trigonometrische Messung damit übereinstimmt, wenn zwei auf verschiedenem Wege gemachte Messungen gleiche Resultate geben.

Es liegt uns ob, dem Leser die Selbsttäuschung der Verfasser über den Werth ihrer Controllrechnungen klar zu beweisen.

Das Recept zu dem ganzen Verfahren ist äusserst einfach.

Man berechnet aus dem bekannten Stickstoffgehalte der Nahrungsmittel die Einnahme an Stickstoff.

Man berechnet aus dem bekannten Stickstoffgehalte der sichtbaren Ausgaben, Harn und Koth, die Ausgabe an Stickstoff.

Man balancirt beide Zahlen durch Fleisch des Körpers von bekanntem Stickstoffgehalte.

Ist die Stickstoff-Ausgabe geringer als die Einnahme, so hat der Hund eine aus dem N zu berechnende Fleischmenge *angesetzt*.

Ist die Ausgabe grösser als die Einnahme, so hat der Hund eine entsprechende Fleischmenge *zugesetzt*.

Durch diese Operation der Balancirung des Stickstoffes haben wir, da *nur* mit Fleisch gerechnet wird, eine *rein hypothetische* Menge von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff als Elemente der von uns berechneten Fleisch-Abnahme oder Zunahme erhalten.

Wir sind vollkommen befugt, diese Zahlen hypothetische zu nennen, weil der Körper auch andere stickstoffhaltige Substanzen besitzt, als Fleisch und diese auch umgesetzt sein wollen, weil ferner im Harn nicht nur Harnstoff enthalten ist, sondern auch andere stickstoffhaltige Substanzen und weil endlich durchaus keine Garantie vorhanden ist, dass nicht auch Stickstoff namentlich durch die Haut ausgeschieden wird. Es ist aber klar, dass bei der B.-V.'schen Methode aller auf andere Weise als durch Harnstoff und Koth ausgeschiedener Stickstoff als *angesetztes* Fleisch berechnet wird.

Die aus der Balancirung des Stickstoffes hervorgehenden Zahlen für C, H und O des um-, an- oder zugesetzten hypothetischen Fleisches werden nichts desto weniger als factische Ergebnisse in Rechnung gebracht.

Man geht nun ganz in der obigen Weise an die Balancirung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes.

Hiezu dient das kohlenstoffreiche Fett und das kohlenstofflose Wasser.

Braucht man in der Rechnung Kohlenstoff, so holt man Fett herbei — der Wasserstoff wiegt so wenig, dass seine Menge die Rechnung kaum trübt und der Sauerstoff trabt neben her.

Hat man zu viel Kohlenstoff, so verbrennt man Fett und schleppt Wasser herbei, das dem Hund ansetzt und womit man den Brand löscht.

Hat man so nach einander Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff durch Fleisch, Fett und Wasser in beliebigen Mengen balancirt, so *muss* die Rechnung stimmen. Man müsste der allergewöhnlichsten Geschicklichkeit im Rechnen entbehren, wenn die Rechnung nicht klappte, wie eine Faust auf's Auge.

Ich will durch einige Beispiele diesen Nachweis erhärten. Es ist leicht nachzuweisen, dass man für Fleisch *jede beliebige stickstoffhaltige* Substanz, für Fett *jede beliebige kohlenstoffhaltige*, stickstofflose Substanz substituiren kann, ohne das Resultat der Controllrechnung zu trüben. Man kann zu diesem Rechnungsspiele (denn anders ist es nichts) eine jede beliebige Bischoff-Voit'sche Tabelle nehmen und braucht häufig nur einige Worte zu ändern. Um den Unwerth, man darf sogar sagen, das bodenlose Unverständniss der Controlle der Verfasser recht in das Licht zu stellen, werde ich im Folgenden die Bischoff-Voit'schen mit tragischem Ernste vorgetragenen Rechnungen neben meine absichtlichen Blödsinns-Berechnungen setzen. Auf welcher Seite der tragische Blödsinn sich finde, wird sich dann sofort ergeben.

Ich behaupte also, dass der während 41 Tagen mit Brod gefütterte Hund (zweite Tabelle S. 210) *gar kein Fleisch,* sondern *nur Leim* umsetzte. Meine Zahlen für Leim etc. sind von Bischoff-Voit selbst entnommen und mein ganzes sonstiges Räsonnement wird den Verfassern so genau entsprechen, dass ich kaum einige Worte zu ändern brauche.

Bischoff-Voit S. 211.

„Nach dieser 41tägigen Fütterung, wo der Hund stets so viel „erhielt als er fressen wollte, hatte er um 593 Grm. abgenommen. In „dessen gehen vom Anfangsgewicht des Kothes noch 93,5 Grm. und „vom Endgewicht 33,8 Grm. ab, wonach sich die wirkliche Abnahme „auf 531 Grm. beläuft. Dieser Gewichtsverlust war dem Hund kaum „anzusehen und er erschien ganz gut genährt und war sehr munter. „Indessen enthielten die 31608,2 Grm. gefressenen Brodes 16957,8 Grm. „feste Theile und 14650,4 Grm. Wasser und in jenen 405,29 Grm. N. „Die entleerten 1008,31 Grm. Ur. enthielten aber 470,58 N. Die ausge„schiedenen 9121,3 Grm. Koth 2099,28 Grm. feste Theile mit 61,00 Grm. N. „Im Ganzen gab der Hund also 531,67 Grm. N. ab, also 126,38 Grm. „N. mehr, als er in der Nahrung erhielt, welche 3717 Grm. *Fleisch* „entsprechen, die er also von seinem Körper abgab. Da er aber nur „um 531 Grm. leichter wurde, so setzte er statt des Fleisches 3186 Grm. „Wasser an, da an Fett nicht zu denken ist und wir erhalten demnach „folgende Rechnung.“

Einnahme.

	Wasser	N.	C.	H.	O.
31608,2 Brod	14650,40	406,29	7700,54	1093,78	7059,53
3717 Grm. Fleisch	2821,20	126,38	465,37	64,30	191,8
30507 — 3186 Wasser	27321,00				
	44792,60	531,67	8165,91	1158,75	7250,95

Ausgabe.

	Wasser	N.	C.	H.	O.
24766 Cm. Harn.	27711,50	470,58	201,66	67,16	269,92
9121,3 Koth	7029,02	61,09	991,53	137,88	754,89
	34750,52	531,67	1193,19	205,03	1023,81

Es bleiben also für Haut und Lungen:

	Wasser	C.	H.	O.	
954,61 H =	10052,08	6972,72	955,05	6227,14	
	8577,45				
	18629,53				

Die Controllrechnung stellt sich folgendermassen:

Der Hund verzehrte an Brod . . .	31608
Er soff Wasser	30507
Er verlor an Gewicht	590
Zusammen:	62705
Dagegen entleerte er in Cm. Harn . . .	29259
An Koth	9181
Es bleiben also für Haut und Lungen .	24265
Während unsere Rechnung ergibt:	24207.
Differenz =	58 Grm.

Ich.

„Nach dieser 41tägigen Fütterung, wo der Hund stets so viel „erhielt als er fressen wollte, hatte er um 593 Grm. abgenommen. In„dessen gehen vom Anfangsgewicht des Kothes noch 93,5 Grm. und „vom Endgewicht 33,8 Grm. ab, wonach sich die wirkliche Abnahme „auf 531 Grm. beläuft. Dieser Gewichtsverlust war dem Hund kaum „anzusehen und er erschien ganz gut genährt und war sehr munter. „Indessen enthielten die 31608,2 Grm. gefressenen Brodes 16957,8 Grm. „feste Theile und 14650,4 Grm. Wasser und in jenen 405,29 Grm. N. „Die entleerten 1008,31 Grm. Ur. enthielten aber 470,58 N. Die ausge„schiedenen 9121,3 Grm. Koth 2099,28Grm. feste Theile mit 61,00Grm.N. „Im Ganzen gab der Hund alse 531,67 Grm. N. ab, also 126,38 Grm. „N. mehr, als er in der Nahrung erhielt, welche 730 Grm. *Leim* ent„sprechen, die er also von seinem Körper abgab. Da er aber nur um „531 Grm. leichter wurde, so setzte er statt des Leimes 199 Grm. „Wasser an, da an Fett nicht zu denken ist und wir erhalten demnach „folgende Rechnung.“

Einnahme.

	Wasser	N.	C.	H.	O.
31608,2 Brod	14650,40	405,29	7700,54	1093,78	7059,53
730 Leim		126,38	365,00	47,45	183,30
30507 — 199 Wasser	30308				
	44958,40	531,67	8065,54	1140,13	7232,83

Ausgabe.

	Wasser	N.	C.	H.	O.
24766 Cm. Harn	27711,50	470,58	201,66	67,16	269,92
9121,3 Koth	7029,02	61,09	991,53	137,88	754,89
	34750,52	531,67	1193,19	205,03	1023,81

Es bleiben also für Haut und Lungen:

	Wasser	C.	H.	O.
	10217,78	6872,35	935,10	6209,02
935,10 H =	8415,23			
	18633,11			

Die Controllrechnung stellt sich folgendermassen:

Der Hund verzehrte an Brod . . .	31608
Er soff Wasser	30507
Er verlor an Gewicht	590
Zusammen:	62705
Dagegen entleerte er in C. m. Harn . .	29259
An Koth	9181
	38440
Es bleiben also für Haut und Lungen .	24265

Während meine Rechnung ergibt: 24234,35.

Differenz = 31 Grm.

Ich habe also mit genauer Benützung der Bischoff-Voit'schen Zahlen und durch Anwendung der Controllrechnung der Verfasser selbst bewiesen, dass diese irrten, dass der Hund *nicht Fleisch, sondern Leim* umsetzte und der Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung liegt eben darin, dass meine Rechnung noch weit genauer stimmt als die ihrige, indem sie eine *um die Hälfte geringere* Differenz zeigt.

Da Haare und Nägel etwa gleichen procentigen Stickstoffgehalt haben, wie Leim, (Leim = 17,31; Haare = 17,14; Nägel = 16,90), so kann jeder meiner Leser sich das Vergnügen machen, durch dieselbe Controllrechnung wie oben nachzuweisen, dass der Hund vor der Brodfütterungsperiode sich in Trauer befand, deshalb nach der Weise der alten Juden sich Haare, Nägel und Bart wachsen liess und durch Be-

harrlichkeit und innere Freude (er war sehr munter, sagen die Verfasser selbst) es in der That dazu brachte, während dieser Periode etwa anderthalb Pfund dieser in der Trauerperiode gewachsenen Stoffe wieder los zu werden und durch innere Metamorphose aufzuzehren.

Wem es aber nicht gefällt, dass die Herren Verfasser in dieser Weise durch ihre eigene Controllrechnung geleimt werden oder Haare lassen, der versuche einmal die Rechnung auf Leucin, das ja jetzt ohnedem überall im Körper herumspuckt (Leucin = C. 54,96; N. 10,68; H. 9,92; O. 24,44) und er wird noch glänzendere Resultate finden. Rechnung und Controllrechnung stimmen bis auf 1 Gramm! Ein Vierundzwanzigtausendtheil Differenz! Unerhört! Die Astronomie ist Nichts dagegen. Wer diese Rechnung ausführt, wird nicht nur, wie die Verfasser „die Genugthung haben, die auf so verschiedenen Wegen gewonnenen Zahlen nur um 5—6 Grm. differiren zu sehen", er wird vielmehr die ungeheure Genugthuung haben, die auf so verschiedenen Wegen gewonnenen Zahlen nur um $^1/_{41}$ Grm. per Tag differiren zu sehen — eine Differenz, die vielleicht bei Anwendung von noch *mehr* Dezimalstellen (5 oder 7 statt 2 die ich anwandte) und von Logarithmen auf ein grösseres Minimum geschwunden und sich in vollständige Uebereinstimmung aufgelöst hätte!

Wir würden unseren Beweis der vollständigen Werthlosigkeit der Bischoff-Voit'schen Controllrechnungen verfehlt glauben, wenn wir nicht durch ein anderes Beispiel erläuterten, dass man zur Balancirung des Stickstoffes jede beliebige, auch nicht im Thierkörper vorkommende Stickstoffverbindung nehmen kann. Wir wählen, um eine Versuchsreihe zu haben, wo der Hund an Gewicht zunahm, die sechste Tabelle über Fleisch- und Fettfütterung S. 112 und beweisen, dass der Hund in sieben Tagen beinahe ein Pfund Strychnin im Körper ansetzte. Der Hund bekam in sieben Tagen 12600 Grm. Fleisch, 1750 Grm. Fett, 1757 Grm. Wasser — in der Discussion der Versuchsreihe erläutern die Verfasser, dass er 28,77 Grm. N. weniger ausgab, als er in seiner Nahrung erhielt und 1715 Grm. zunahm. Sie rechnen auf Ansatz von Fleisch, Fett und Wasser — wir rechnen, mit ihren Grundzahlen, auf Ansatz von Strychnin, Fett und Wasser. Die 28,77 Grm. N. entsprechen 483,53 Grm. Strychnin (100 Strychnin = C 77,16; N

5,95; H 6,72; O 10,11) die der Hund ansetzte. Da die Gewichtszunahme 1715 Grm. betrug, so setzte er noch Fett und Wasser 1231 Grm. an. Wir rechnen 761 Wasser und 470,47 Fett.

Einnahme.

	Wasser	N.	C.	H.	O.
12600 Grm. Fleisch	9563,40	428,70	1577,52	217,98	648,90
— 483,53 Strychnin	0	28,77	373,07	32,49	48,36
		399,63	1204,45	185,49	600,54
1279,53 Fett	0	0	1010,83	140,75	127,95
1757—761 Wasser	996				
	10559,40	399,63	2214,28	326,14	728,51

Zieht man von unseren so erhaltenen Resultaten die von Bischoff-Voit S. 113 unten gegebenen Zahlen der sichtbaren Ausgabe ab, so findet man für die Summe der durch Haut und Lungen gemachten Ausgabe 5509,53 Grm. Die Bischoff-Voit'sche Controllrechnung ergibt dafür (S. 114) 5519,00 Grm. Differenz = 10 Grm. in sieben Tagen — während die Bischoff-Voit'schen Controllen oft um mehr als 6 Grm. in einem Tag differiren.

Wir sehen in dieser, mit B.-V.'schen Zahlen ausgeführten, so genauen Berechnung und Controlle eine wahre Bereicherung der Wissenschaft. Der Hund setzt Strychnin an! Ohne Zweifel ist dieses angesetzte Strychnin die Ursache der wackelnden Bewegungen der Fleischfresser in Menagerieen — das angesetzte Strychnin erregt tetanische Zuckungen, Krämpfe, Wackelbewegungen.

Man sieht — die zweite Controlle ist eine Gaukelei, ein unhaltbares Hirngespinnst. Es fehlt also jede Controlle.

Einnahme und Ausgabe.

Wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, begründen sich die Bischoff-Voit'schen Rechnungen und Controllen auf die Construction eines idealen Hundes, der aus Fleisch, Fett und Wasser zusammengesetzt ist. Andere Substanzen besitzt der Hund nicht — Häute, Knochen, Blut, Drüsen — alles das existirt in dem idealen Hunde gar

nicht oder setzt sich wenigstens nicht um. Das Recept zur Bildung eines solchen Hundes ist leicht: Nimm Fleisch — ein bestimmtes Gewicht; Fett — quantum satis; Wasser — ad libitum und der B.-V.'sche Hund ist fertig. Fleisch, Fett und Wasser sind wenigstens die einzigen Posten in der fictiven Einnahme-Rechnung; die günstigste Unterstellung, die man für die Verfasser also machen kann, ist die, dass sie bei einem erwachsenen Hunde alle übrigen Substanzen ohne Ausnahme als durchaus unwandelbar ansehen und demnach bei dem Stoffwechsel durchaus nicht in Rechnung bringen. Nach den B.-V.'schen Rechnungen kann der Hund kein verlorenes Haar ersetzen, keinen Nagel wachsen lassen — diese Theile enthalten Stickstoff — *aller* durch die Nahrungsmittel eingenommene Stickstoff wird aber zum Umsatz von Fleisch verwendet oder der Ueberschuss zum Ansatz von Fleisch benutzt — für andere Stoffe bleibt gar kein Atom, kein Gewichtstheil von Stickstoff übrig. Fleisch ist gewissermassen die Stickstoffmünze, mit welcher die Kasse des Organismus gemacht wird.

Es bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung, wie sehr eine solche Grundlage der Berechnung der Natur widerspricht. Oder ist es nöthig, nachzuweisen, dass auch die anderen stickstoffhaltigen Substanzen des Körpers und nicht nur das Fleisch, leben, sich umsetzen, sich abnutzen, sich erneuern? Sollen wir noch beweisen, dass diese stickstoffhaltigen Gewebe nicht nur ein todtes Gerüste sind, an welchem lebendes Fleisch, Fett und Wasser aufgehängt sind und im Wirbeltanz der Metamorphose sich drehen, während das Gerüste unbewegt im Mittelpunkte steht?

Man begreift leicht, wie die Verfasser auf diese so gänzlich schiefe Grundlage gekommen sind. Ihr Grundgedanke ist, dass der Umsatz durch Arbeit bedingt wird — da nun Arbeit hauptsächlich durch Muskelzusammenziehung geleistet wird, so lag es eben nahe, auch nur die Muskeln für den Umsatz in Anspruch zu nehmen. Ein anderer Grund für die Bevorzugung des Fleisches lässt sich gar nicht denken — das Privilegium des Fleisches, welches uns hier von München aus gepredigt wird, hat nur in der Arbeit seine Basis. Wie sehr falsch diese Grundlage aber sei, geht aus den späteren Untersuchungen der Verfasser selbst hervor — worauf wir später zurückkommen werden.

Wenn aber die Grundlage, worauf die Berechnungen sich stütz durchaus falsch ist, wenn es durchaus unzulässig ist, Fleisch für alle üb gen stickstoffhaltigen, Fett für alle kohlenstoffhaltigen Substanzen substitutiren, so ist es auch von vorne herein klar, dass die Berec nungen alle falsch sein müssen und dass alle Controllen, welche m den falschen Rechnungen stimmen, ebenfalls nicht richtig sein können. D Uebereinstimmen der sogenannten Controllen mit den sogenannte Einnahme- und Ausgabe-Rechnungen hätte also die Verfasser schon daran mahnen müssen, dass ihr Weg ein falscher sei.

Die Reduction aller Einnahme auf Fleisch, Fett und Wasser i also unzulässig, — falsch; — die Einnahmerechnung demnach ge fälscht.

Ganz ebenso geht es mit der Ausgabe und der darauf bezüglich Rechnung.

Mit Ausnahme des Kothes wird alle Stickstoff-Ausgabe auf Harn stoff reducirt. Der Hundsharn *darf* keinen andern stickstoffhaltigen Körper enthalten, weder Harnsäure, noch Ammoniaksalze — der Harn stoff ist Alleinherrscher und absoluter Führer der auszugebenden Stick stoffmenge. Nach veralteten Grundsätzen des römischen Rechtes wird das principale pro toto gesetzt und nun frisch darauf hinein gerechnet controllirt und richtig befunden. Wenn aber die Rechnungen und Controllen sich bis auf Gewichtsmengen zuspitzen, die selbst noch innerhalb der gewöhnlichen Wägungs- oder Beobachtungsfehler fallen — so dürfen doch gewiss diese Nebenquellen des Stickstoffabgangs nicht ausser Acht gelassen werden.

Aber sind denn die Ausgabequellen des Stickstoffs durch Harn und Koth gänzlich erschöpft? Geben Haut und Lungen keinen Stick stoff ab?

Es lässt sich dies vor der Hand weder bejahen noch verneinen, denn wir besitzen keine Untersuchungen über den Hund. Aber dies berechtigt doch zu keiner absoluten Verneinung, wie die Verfasser es thun, indem sie für Haut und Lungen nur Kohlenstoff- und Wasser stoffausgabe in Rechnung bringen. Wollen wir aus Analogie schlies sen, so besitzen wir Angaben über den Schweiss und die Hautaus dünstung des Menschen, welche allerdings eine Stickstoffausgabe durch

die Haut statuiren. Nun weiss ich freilich sehr wohl, dass eine Hundshaut keine Menschenhaut ist und dass, allgemeiner Behauptung der Jäger zu Folge, der Hund nicht durch die Haut, sondern durch die Zunge schwitzt, und ich verwahre mich ausdrücklich dagegen, als wollte ich eine solche Stickstoffausgabe durch Haut oder Lungen wirklich behaupten. Die Analogie spricht nur dafür, dass sie möglich sei und einige weitere Beobachtungen lassen die Wahrscheinlichkeit vermuthen. Alle Hunde haben einen höchst unangenehmen Geruch, der nur bei strenger Reinlichkeit und häufigem Baden und Kämmen verringert wird. Der Geruch eines Hundestalles, auch wenn er von eben so wohl dressirten Hunden bewohnt wird, wie der B.-V.'sche Versuchshund und weder von Urin noch Koth beschmutzt ist, kann nur einem begeisterten Jäger erträglich erscheinen. Bei früheren Versuchen mit übermässiger Fleischfütterung constatirte Herr Bischoff selber unerträglichen, aashaften Gestank. Sollten da nicht flüchtige Stickstoffverbindungen, Brenzöle oder Ammoniak eine Rolle spielen? In seiner Kritik des B.-V.'schen Werkes stellt Hr. Beneke die Vermuthung auf, es möchte dieser Geruch vielleicht auf flüchtigen Fettsäuren beruhen. Versuche und Untersuchungen sind nicht gemacht — nur so viel weiss man, dass der Geruch da ist und gewiss nicht von Electricität herrührt. Dann muss ich noch bemerken, dass Einer meiner Freunde häufig, nicht nur bei Hunden, sondern sogar auch bei Kaninchen, die Bildung von Nebeln an einem mit Säuren befeuchteten Glasstabe beobachtet hat, den man den Thieren beim Ausathmen vor die Nase hält und dass es leicht ist, durch die so empfindliche Probe mit Hämatoxylin nachzuweisen, dass die Athmungsgase in der That meistens etwas Ammoniak enthalten. Viel wird's freilich nicht sein in gewöhnlichen Umständen — aber eine Spur kann man fast immer constatiren.

Ich wiederhole es, diese verschiedenen Umstände können bis jetzt nur einen Fingerzeig dafür geben, dass durch Haut und Lungen eine Stickstoff-Ausscheidung Statt finden könne, dass dieselbe vielleicht nur bei gewisser, überschüssiger Stickstoffzufuhr in wägbarer Menge Statt finde; sie berechtigen aber jedenfalls zum Zweifel und in keiner Weise zu aprioristischer Beseitigung und Verneinung.

Wenn nun die Einnahme *jedenfalls*, die Ausgabe *vielleicht* fal berechnet ist, was ist dann von der Rechnung selbst zu halten?

Vom Standpunkte der Buchhaltung des Körpers aus (und die ga Einnahme- und Ausgabe-Rechnung ist nichts anders als eine Buchh haltung mit Soll und Haben) ist übrigens die ganze Einnahme-Re nung nur eine rein fictive und unzulässige. Der Hund hat Fle Fett, Zucker, Stärke, Brod gefressen — man sollte nun erwart diese Stoffe in der Einnahme-Rechnung zu finden — Gott bewah Der Hund hat nur Fleisch und Fett eingenommen — in der Re nung figurirt nur Fett und Fleisch, die aus den anderen Stoff hypothetisch herausgerechnet sind! Der Kaufmann, der statt Kaf Thee, statt Zucker Stärke, statt Tabak Nussblätter buchen und di falsche Buchung damit rechtfertigen wollte, dass man ja auch st Kaffee Thee trinken könne und dass die Schuljungen heimlich st des verbotenen Tabaks Nussblätter rauchen, würde ohne Zwei der betrügerischen Buchführung beschuldigt werden — die Ve fasser dagegen treten mit einer solchen falschen Buchung kühn v das physiologische Publikum und glauben Einnahme und Ausga stehen in dem schönsten Einklange!

Die gesammte Perspirationsmenge ist, wie oben bemerkt, dur die Differenz zwischen den gewogenen Einnahmen und Ausgaben g funden, also ein Ergebniss der unmittelbaren Wägung und Beob tung. Aber diese Ausgabe stellt Alles durch Haut und Lungen a geschiedene dar, Kohlensäure und Wasser ganz gewiss, vielleicht a wie oben bemerkt, flüchtige stickstoff- oder kohlenstoffhaltige Substan Abstrahiren wir von diesen, so stellt die Differenz die Gesammtm der perspirirten Kohlensäure und Wasser dar. Das wirklich Ve hältniss zwischen beiden ist niemals bestimmt worden — es ist nirgen direkt beobachtet worden — es soll künftig erst mit dem Petten k o f e r 'schen Athem-Ofen constatirt werden. Einstweilen suchen di Verfasser dieses gegenseitige Verhältniss zwischen Kohlensäure un Wasser der Perspiration aus der oben charakterisirten, halsbrechende Rechnung über Einnahme und Ausgabe zu construiren.

Man hätte erwarten sollen, dass die Zahlen für diese Ergebnis der Perspiration ziemlich gleichmässig ausfallen müssten. Denn nach

der Versicherung der Verfasser befand sich der Hund immer unter annähernd gleichen Bedingungen der Bewegung und Temperatur — es konnten also diese Factoren keinen bedeutenden Einfluss auf das Quantum der Perspirationsprodukte ausüben. Dagegen wurde die Nahrung in Stoff und Menge vielfach variirt und musste diese also den wesentlichsten Einfluss auf die Respiration üben.

Wir können die Verfasser nicht der Inconsequenz zeihen als könnten sie annehmen, die aus dem Blute bei der Athmung abgeschiedene Kohlensäure und Wasser entständen durch directe Verbrennung der aus der Nahrung entnommenen stickstofflosen Substanzen im Blute, obgleich sie zu solchem Schlusse einige Lust zu verspüren scheinen — wir müssen wohl mit ihnen folgerecht schliessen, dass diese Parias des Körpers ebenso behandelt werden, wie die hochgebornen Stickstoffsubstanzen, die einen umständlichen Umsatz erlangen. Man muss also glauben, dass, je fetter der Hund und je schwerer er ist, je mehr er frisst und besonders je mehr kohlenstoffhaltige Substanzen, Fettbildner er frisst, desto mehr Fett auch verbrannt, desto mehr Kohlensäure gebildet werde. Gleicher Schluss für das Wasser. Was ergeben uns aber die B.-V.'schen Tabellen? Wir suchen die Maxima und Minima auf.

Bei ungenügender Ernährung, also bei abnehmendem Körpergewichte, wo aber der Hund sehr gut genährt ist und 40,5 Kilo wiegt, entbindet der Hund nur 77,6 Grm. Wasser in 24 Stunden durch Haut und Lungen, also nicht ganz zwei Gr. Wasser (1,9 Grm.) per Kilo Körpergewicht in 24 Stunden. Dabei frisst der Hund nur Traubenzucker (S. 180).

Ebenfalls bei abnehmendem Körpergewichte, wo der Hund weniger gut genährt ist und 35,1 Kilo im Mittel wiegt, entbindet aber der Hund durch Haut und Lungen die ungeheure Menge von 899,66 Grm. Wasser in 24 Stunden, also 26 Grm. per Kilo Körpergewicht in 24 Stunden. Dabei frisst der Hund Fett und Leim (S. 238).

Bei zunehmendem Körpergewicht, wo der Hund etwa das gleiche Mittelgewicht hat (34,92 Kil.), findet sich der geringste Wasserdebit mit 262,36 Grm. in 24 Stunden, also 7,5 Grm. per Kilo Körpergewicht. Dabei frisst der Hund Fleisch (S. 64.)

Ebenfalls bei zunehmendem Körpergewicht, wo der Hund wohl genährt ist und 29,64 Kilo wiegt, entbindet er 715,22 G. Wasser in 23 Stunden, also 18 Grm. per Kilo Körpergewicht. Er frisst der Hund Fleisch und Fett (S. 112).

Die Schwankungen des ausgeathmeten Wassers gehen also bei abnehmendem Körpergewichte von 1,9 Grm. bis 26 Grm. — bei zunehmendem Körpergewichte von 7,5 bis 18 Grm. per Kilo Körpergewicht.

Die Kohlenstoffberechnungen zeigen ähnliche Schwankungen, wenn gleich geringer, da, wie oben bemerkt, der Kohlenstoff eher balanciert wird, als der Wasserstoff.

Minimum bei abnehmendem Körpergewicht. 111,87 C. bei 28 K. Mittelgewicht. 1 Kilo gibt 4,25 C. in 24 Stunden. Nahrung: Fleisch und Zucker (S. 155).

Maximum bei Abnahme. 228,51 C. bei 33,5 K. Mittelgewicht. 1 Kilo gibt 8,08 C. in 24 Stunden. Nahrung: nur Fleisch (S. 93).

Minimum bei Zunahme. 112,86 C. bei 36,9 K. Mittelgewicht. 1 Kilo gibt 3,74 C. Der Hund frisst Leim und Fleisch (S. 226).

Maximum bei Zunahme. 400,78 C. bei 34,75 K. Mittelgewicht. 1 Kilo gibt 12,46 C. Der Hund frisst Fett und Fleisch (S. 117).

Resultat: Man kann, den B.-V.'schen Annahmen zufolge, das Quantum des durch die Athmung oder Perspiration zu entbindenden Kohlenstoffes bei Beibehaltung aller übrigen Bedingungen einzig und allein durch Aenderung der Nahrung um mehr als das dreifache steigern, das Quantum des auszuathmenden Wassers sogar auf das zehnfache erhöhen.

So Etwas nennt man exakte Wissenschaft!

Grundsätze und Schlussfolgerungen.

„Der Ausgangspunkt aller hieher gehörigen empirischen Beweise liegt in der bekannten Thatsache, dass der Harnstoff auch beim Hungern bis zum letzten Augenblicke gebildet wird."

„Hier kann und wird es doch Niemanden einfallen anzunehmen, dass der gebildete Harnstoff zum Theil auf Kosten des Eiweisses im Blute

zum andern Theil auf Kosten des Umsatzes der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile gebildet worden sei!“ (Warum nicht?)

„Der Harnstoff ist nur ein Umsetzungsproduct der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile, nie ein blosses Oxydationsproduct des Eiweisses im Blute.“

„Wir haben weder früher noch jetzt behauptet, dass das gesammte Eiweiss der Nahrung stets vollständig organisirt werde, d. h. in eine bestimmte organische Form übergehe. Es ist sehr wohl möglich und selbst wahrscheinlich, dass . . . auch das Eiweiss theilweise nur in flüssiger Form die Organe durchsetzt und die entsprechenden Veränderungen erfährt, *ohne selbst feste Substanz geworden zu sein.* Es ist nicht nöthig, den Uebergang der Blutbestandtheile in die festen geformten Körperbestandtheile zu postuliren, um dennoch ihre Umsetzung in den Organen als erste Bedingung der Bildung des Harnstoffs zu postuliren.“

Das mögen etwa die Hauptsätze sein, um welche sich die Verfasser drehen.

Der Harnstoff kann nicht aus den Nahrungsmitteln gebildet werden, weil er auch beim Hungern gebildet wird. Wir sparen diesen Satz auf später auf.

Der Harnstoff kann nicht aus dem Eiweiss (sagen wir aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen, denn bekanntlich ist das Blut keine blosse Eiweisslösung) des Blutes gebildet werden, weil . . . hier stehen in der That, wie man zu sagen pflegt, die Ochsen am Berge . . . weil flüssiges Eiweiss nicht zu Harnstoff umgesetzt werden kann? — bewahre, dem widersprechen ja die Verfasser selbst! . . . weil . . . der Hund beim Hungern kein Blut hat? — kann auch nicht richtig sein, er müsste sonst gleich sterben — weil . . . weil . . . ja, am Ende finden wir keinen anderen Grund, als weil es die Herren B. und V. so haben wollen! *sic volo, sic jubeo.*

Untersuchen wir zuerst einmal den Hunger. Das Thier war stets in denselben Verhältnissen, leistete also dieselbe mechanische Arbeit in willkührlicher Bewegung, dieselbe Arbeit in innerem Umsatz der Theile, da es keine Nahrung zu bewältigen hatte. Es fand sich in dem Leben des Thieres kein äusseres Moment, welches in den ver-

schiedenen Hungerperioden eine verschiedene Bethätigung des Stoffwechsels verlangt oder bedingt hätte. Das Kraftmoment des Lebens, wenn ich mich so ausdrücken darf, war also in den verschiedenen Hungerperioden gleich — man müsste also erwarten, dass beim Hunger auch stets derselbe Umsatz per Kilo Körpergewicht Statt haben müsste oder, da der Harnstoff das Mass des Stoffwechsels ist, dass beim Hunger Tag für Tag die gleiche proportionelle Quantität Harnstoff abgesondert werden müsste.

Sehen wir nach, was die B.-V.'schen Hungertabellen uns lehren. Es sind zwei Tabellen über einen Hungertag (4 und 5) eine über drei Tage (2), eine über sechs Tage (1) eine über sieben Tage (3). Wir nehmen eine einfache Reduction vor, indem wir die Menge Harnstoff bestimmen, die 1 Kilo Hund in 24 Stunden debitirt.

	Tab. Nr. 1.	2.	3.	4.	5.
Erster Hungertag	0,72 Grm.	0,52	0,92	0,34	0,14.
Zweiter „	0,77 „	0,52	0,55		
Dritter „	0,70 „	0,49	0,42		
Vierter „	0,64 „		0,38		
Fünfter „	0,42 „		0,33		
Sechster „	0,49 „		0,33		
Siebenter „			0,32		

Maximum des Umsatzes = 0,92.
Minimum „ „ = 0,14.

Also um mehr als das Sechsfache verschiedener Umsatz bei gleichen äusseren Arbeits- und Lebensbedingungen.

Betrachten wir die vorgängigen Fütterungsverhältnisse, so lösen sich grösstentheils die Räthsel.

Vor Beginn der dritten Tabelle war der Hund übermässig mit Fleisch und Fett während 14 Tagen gefüttert worden, er war auf dem Maximum seines Körpergewichts angekommen. Er entleert nun in den ersten Tagen bedeutende Mengen Harnstoff, bis er auf eine fast stationäre Verlustgrösse in den drei letzten Tagen angekommen ist.

Vor Beginn der ersten Tabelle war der Hund reichlich, aber nicht übermässig mit Fleisch gefüttert worden. Sein Anfangsgewicht war 7 Kilo leichter als im Beginn der dritten Tabelle. Er entleert ver-

hältnissmässig viel Harnstoff in den ersten vier Tagen, mehr als der schwere Hund in Tab. 3. Erster entleert in den ersten vier Tagen 2,77 Grm. per Kilo — der weniger schwere, auch mit Fleisch gefütterte 2,83 Grm.

Der ungenügend ernährte Hund der zweiten Tabelle, der schon länger in Abnahme bei ungenügender Fleischfütterung stand, variirt nur wenig in seinem Debit, der während drei Tagen kaum sinkt.

Wir sollten denken, die Schlüsse, die sich aus dieser einfachen Betrachtung der Thatsachen ergeben, liegen auf der Hand. Die Thatsachen weisen auf eine constante Quelle des Harnstoffes hin, die beim Hungern um so deutlicher hervortritt, je länger dasselbe dauert und die in dem Umsatze der Gewebe ohne Zweifel zu suchen ist, und auf eine höchst veränderliche Quelle, die in der Nahrung, in dem im Darme befindlichen Speisebrei, in dem Blute zu suchen ist. Koth kommt in den drei Hungerreihen nur einmal vor und zwar in der dritten, wo übermässige Fütterung vorausging — der von der Fütterung noch in den Därmen zurückbleibende Nahrungsrest wird also wohl zuerst bis auf den letzten Rest zur Speisung der Maschine verwendet. Warum auch nicht die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes, in welche Bestandtheile doch der Speisebrei, so weit er Stickstoffsubstanzen enthält, umgewandelt werden muss?

Wir sehen also gerade in den Hungertabellen den Beweis einer doppelten Harnstoffquelle, welche von den Verfassern so leichthin ohne Discussion, ohne Gegenbeweis über Bord geworfen wird.

Die Tabellen über einen Hungertag sind begreiflicher Weise gar nicht ernsthaft zu benutzen. Die aus den vorherigen Fütterungen nachwirkenden Verhältnisse bieten zu grosse Chancen der Veränderlichkeit dar, eben weil dann noch die veränderliche Quelle aus Nahrung und Blut die constante aus dem Umsatz weit übersprudelt. Die Verfasser, welche dies nicht anerkennen wollen, kommen deshalb auch zu den sonderbarsten Schlussfolgerungen. Man muss, um hievon sich zu überzeugen, die Parabase zum Hungertag Tab. 5, S. 54 und 55 lesen. Der Hund war sehr schwer, beinahe 40 Kilo, am 17. März 1858 — seit Januar war er mit ungemein grossen Quantitäten Fleisch und Fett überfüttert, zwei Tage vor dem Hungern nur mit Fett ge-

füttert worden. Nun producirt er am ersten Hungertage, wo er n
den Magen verdorben hatte und dadurch schon in Abnahme war, a
unendlich kleine Menge Harnstoff. In den anderen Hungerreihen p
ducirt er, wie wir sehen, sogar sechsmal mehr Harnstoff. „Es m
„damals ein viel grösserer Verbrauch an Kraft stattgefunden haben, er
„ren die Verfasser. *Aus den äusseren Verhältnissen ist dieser Un
„schied gar nicht abzuleiten.* Der Hund lag beidemal in seinem Ki
„in denselben Verhältnissen. Wir müssen also schliessen, dass die
„bewegende Masse an Blut und Plasma in der That in jenen ers
„Fällen, wo der Hund fleischreich war, ansehnlich viel, 2—3mal (w
„könnten sagen sechsmal) grösser war als bei dem fettreichen Thie
„obgleich das Totalgewicht dazu keinen näheren Anhalt gibt."

So schreiben die Verfasser mit der grössten Gemüthsruhe n
vergessen, dass sie wenige Seiten vorher eine Tabelle gegeben habe
(S. 50), wo der Hund noch um ein Pfund schwerer gewesen war, w
er ebenfalls mit übermässigen Mengen Fleisch und Fett gefüttert wu
den war und wo das ebenso fettreiche Thier 6mal mehr Harnstoff a
geschieden hat in dem ersten Hungertage! Die Menge des Fettes w
doch gewiss nicht grösser in dem 39 Kilo schweren Thiere, das n
Fett und Fleisch gefüttert worden war und nur in den zwei letzte
Tagen ein Pfund Fett erhalten hatte, als bei dem 40 Kilo schwer
Thiere, das vorher 10 Tage lang fast 1 Kilo Fleisch und dann 8 Ta
lang noch zu dieser Fleischration täglich $^1/_4$ Kilo Fett erhalten ha
Das 40 Kilo schwere Thier hatte doch gewiss nicht sechsmal so
Fleisch im Leibe, als das 39 Kilo schwere — das eine war doch
wiss nicht nur Fettsack, das andere nur Fleischsack! Es war j
selbe Hund und der Unterschied im Gewichte nur $^1/_{40}$!

Um eine Grundlage zur Beurtheilung der Fütterungsreihen z
gewinnen, habe ich nun folgende Tabelle aus den B.-V.'schen ge
gezogen. Der Koth hat den Verfassern viele Schwierigkeiten gemacht
und man muss die durch das ganze Buch durchziehenden Künsteleie
mit Brodkoth, Fleischkoth etc. ansehen, um sich zu überzeugen, welche
Mühe sie in der That hatten, den Koth so zu kneten, dass er
in die doch so nachgiebige Form ihrer Controllrechnungen passte.
Besonders in sehr kurzen Fütterungsperioden ist diese Künstelei

in's Weite getrieben und kann niemals zutreffen, da, wie oben schon auseinandergesetzt, dies Einspielen der vorgängigen Fütterungsperiode zu complicirte und verwickelte Verhältnisse hervorruft. Ich habe also bei der nachfolgenden Tabelle, *wo es auf Körpergewichte und deren Feststellung gar nicht ankam*, von den B.-V.'schen Tabellen, welche auf eine verschiedenartige, vorgängige Fütterungsperiode folgen, die Anfangstage, in welche diese verschiedene Fütterung mit ihrem Koth hineinspielt, nicht aufgenommen, sondern nur solche Tage, wo der Effekt dieser vorgängigen Fütterung vorüber gegangen scheint. Bei gleichartigen Fütterungen mit wechselnden Mengen desselben Nahrungsmittels berechnete ich zuweilen Mittelzahlen der Menge für 24 Stunden.

Ich trug nun in eine entsprechende Columne die Menge des wirklich abgesonderten Harnstoffes ein, wie sie von den Verfassern als gemessen angegeben wird, auf 24 Stunden berechnet.

In die daneben stehende Columne trug ich die nach den Voit'schen Analysen aus dem Stickstoffgehalte der Nahrungsmittel berechnete entsprechende Harnstoffmenge ein, welche das Thier also aus den Nahrungsmitteln hätte bereiten können, die es also hätte debitiren müssen, wenn der Harnstoff *direkt* nur aus den von den Nahrungsmitteln entnommenen Stickstoff-Substanzen des Blutes bereitet worden wäre. Ich nenne dies den berechneten Harnstoff.

Endlich in der letzten Columne bemerkte ich, ob das Thier während der Fütterungsreihe ab- oder zugenommen habe.

Nummer	Tage der Beobachtung	Seite der Schrift	Nahrung: Fleisch oder Brod	Nahrung: Fett oder Leim	Nahrung: Stärke	Nahrung: Zucker	Abgesonderter Harnstoff	Berechneter Harnstoff	Bemerkungen.
	Reine Fleischnahrung.								
1	22. Januar bis 1. Februar	88	2096				151,746	151,2	Nahm zu
2	27. und 18. März 1858	91	2000				123,200	144	„ zu
3	27. März bis 1. April 1859	79	1800				127,495	129,6	„ zu
4	14. und 15. November	56	1800				123,670	129	„ zu
5	16. „ 17. „	61	1500				108,31	108	„ zu?
6	18. „ 19. „	64	1200				88,59	86,4	Stationär
7	20. „ 21. „	66	900				67,79	64,8	Nahm ab
8	22. „ 23. „	68	600				48,999	43,2	„ ab
9	25. bis 29. April		500				36,342	36	„ ab (nach Fleisch- und Fettnahrung)
10	24. und 25. November	71	300				32,645	21,6	„ ab
11	26. „ 27. „	72	176				26,806	12,7	„ ab
	Fleisch und Fett								
1	6. und 7. April	112	1800	250			128,754	129,6	Nahm zu
2	6. „ 7. März	123	700	150			55,67	50,4	„ ab
3	22. bis 25. April	140	500	300			32,144	36	„ zu
4	9. December bis 5. Januar	104	500	250			31,277	36	„ zu
5	19. bis 22. April	138	500	200			35,314	36	„ zu
6	12. „ 15. Juni	135	176	300			18,250	12,7	„ ab
7	8. „ 12. „	135	176	200			18,855	12,7	„ ab
8	11. „ 15. November	130	176	175			17,282	12,7	„ ab
9	4. „ 8. Juni.	135	176	50			17,643	12,7	„ ab
10	25. November bis 2. Decem[illegible]	[illegible]	150	250			15,7[illegible]	10,[illegible]	„ ab

Fleisch und Zucker

1	26. bis 29. Juni	172	500			200	$35_{,560}$	36	Stationär
2	29. Juni bis 2. Juli	174	500			100	$37_{,985}$	36	Nahm ab!
3	24. bis 27. April	158	217			283	$22_{,897}$	$15_{,6}$	„ ab
4	19. „ 22. November	154	150			350	$13_{,352}$	$10_{,8}$	„ ab

Fleisch, Fett, Stärke

1	10. und 11. Januar	193	2000	5	300		$130_{,564}$	144	Nahm zu
2	21. bis 24. „	198	500	250	250		$33_{,636}$	36	„ zu
3	26. März bis 1. April	189	270 m	165	310		$30_{,21}$	$19_{,4}$	„ ab (wenig)
4	1. bis 8. November	182	176	$158_{,5}$	219		$14_{,970}$	$12_{,7}$	Stationär

Brod

1	9. bis 12. Oktober	207	$904_{,3}$				$24_{,062}$	$24_{,8}$	Nahm ab (sehr viel Koth)
2	4. Oktober bis 9. November	210	$794_{,3}$				$25_{,078}$	$21_{,8}$	Stationär (?)

Fleisch und Leim

1	4. bis 6. Mai	216	400	600			$111_{,45}$	$28_{,8}$	Nahm ab (wenig)
2	16. und 17. December	223	200	300			$108_{,24}$	$14_{,4}$	„ ab (wenig)

Berechnet man die dem Leim entsprechende Harnstoffmenge mit, so stellen sich die Zahlen so: 1. 251,6
2. 125,8

Bei beiden hier berücksichtigten Reihen erfahren wir nicht, ob der Hund in den nächstfolgenden Tagen noch übermässig viel Harnstoff geliefert hat. Wahrscheinlich ist es.

Es ergibt sich nun aus dieser Tabelle, dass der berechnete Harnstoff dem abgesonderten entspricht in sehr weiten Gränzen (nämlich zwischen 13,352 Grm. und 151,2 Grm. für den abgesonderten und 10,8 Grm. und 151,2 Grm. für den berechneten Harnstoff), dass aber bei Fleisch und Zucker; Fleisch, Fett und Stärke; Brod; — *stets der Hund an Gewicht zunimmt*, wenn die Menge des berechneten Harnstoffes diejenige des abgesonderten Harnstoffes *übertrifft*, während er dagegen jedesmal *abnimmt*, wenn die Menge des berechneten Harnstoffes *geringer* ist, als diejenige des abgesonderten.

Einige Schwankungen zeigen sich nur bei reiner Fleischnahrung. Hier nahm der Hund in *einem* Falle, bei übermässiger Fleischnahrung (Nr. 1) zu, obgleich der berechnete Harnstoff etwas weniger betrug, als der abgesonderte; in einem anderen Falle (Nr. 6) blieb er etwa stationär, während er in fünf Fällen abnahm. Aber auch bei reiner Fleischnahrung nahm der Hund *niemals ab*, wenn der berechnete Harnstoff *mehr* betrug, als der abgesonderte.

Ganz aus diesem Gesetze heraus springt die Fütterung mit Fleisch und Leim, mit dem unglücklichen Leim, der den Verfassern ohnedem viel Mühe macht.

Nimmt man an, dass der gesammte Leim assimilirt, zu Fleisch umgewandelt und ein entsprechendes Quantum Fleisch zersetzt und als Harnstoff ausgeführt werde, berechnet man also auch das dem Leim entsprechende Harnstoffquantum, so nimmt das Thier ab, trotzdem, dass der berechnete Harnstoff den abgesonderten um ein Bedeutendes übertrifft.

Berechnet man dagegen nur das der Fleischnahrung entsprechende Harnstoffquantum, so nimmt das Thier ab und tritt unter das gewöhnliche Verhältniss, indem dann der abgesonderte Harnstoff den berechneten weit übertrifft.

Es scheinen uns diese Resultate schlagend genug um zu beweisen dass die B.-V.'schen Grundsätze entschieden falsch sind.

Bisher konnte man glauben, dass der Körper Substanz aufnehme, um die Abnutzung zu ersetzen, dass das Thier esse, um den Abgang zu decken; dass es um so mehr aufnehmen müsse, je mehr es ver-

brauche und um so weniger bedürfe, je weniger Stoff es verzehre; dass der Mensch esse, um zu leben.

Die Herren B. und V. kehren den Spiess um. Der Körper muss Substanz zerstören, um aufnehmen zu können; je mehr er aufnimmt, um so mehr muss er abnutzen; je mehr er isst, desto mehr muss er essen; er lebt um zu essen. Wehe dem Unglücklichen, der einmal mehr isst, als er braucht; — er braucht mehr Kraft um es zu bewältigen; er ist in einen Strudel hineingerissen, der ihn unrettbar zur Fresserei, zur Völlerei, zum Untergang durch Ueberfülle hinabzieht! Denn der Körper muss ja um so mehr abnutzen, je mehr er einnimmt und wenn er durch Ueberschuss ansetzt, so muss dieser Ansatz wieder arbeiten und wieder grösseren Umsatz erzeugen.

Um die Metamorphose aller stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe in Fleisch und den Umsatz dieses Fleisches zu retten, mussten die Verfasser schon eine bedeutende Concession machen und ein ideales, flüssiges Fleisch construiren, wie dies aus dem obigen Satze hervorgeht, wonach das Eiweiss keine Form anzunehmen, sondern nur aus dem Blute herauszutreten braucht, um umgesetzt werden zu können. Nachdem man, um einem Nahrungsbedürfnisse zu genügen, einen idealen Hund aus Fleisch, Fett und Wasser gebaut hat, erzeugt man noch flüssiges, ungeformtes Fleisch und macht den Hund zu einem aus Sarkode bestehenden kolossalen Infusorium!

In der That ist auch die Forderung zu stark, welche die Verfasser machen, dass ein Hund heute, nur aus dem Grunde, weil er viel gefressen hat, in 24 Stunden 2 Kilo Muskelfleisch zerstören und ebenso wieder aufbauen soll, also ein *remue-ménage* von 4 Kilo Fleisch, von dem 10. Theile seines ganzen Körpers, vornehmen soll zur Strafe für eine gute Mahlzeit, während er zu anderer Zeit bei einem „frohmüthigen 24stündigen Fasten“ nach dem Ausdrucke des Gesundheitspropheten Ernst Mahner, nur 80 Grm. Fleisch, also 50mal weniger umzubauen braucht! Dürfte das nicht ein Fingerzeig sein, dass ein grundgütiger Gott die Sache weise eingerichtet hat?

Wie gesagt, die Zumuthung war zu stark! Denn rechnen wir nur, dass das Fleisch eines Hundes die Hälfte seines Körpergewichts beträgt, so bekommen wir als Resultat der B.-V.'schen Ansicht, dass

ein Hund von 40 Kilo bei einer Nahrung von 2 Kilo täglich in zehn Tagen seine ganze Muskulatur einreissen müsste, um sie in derselben Zeit wieder aufzubauen!

Solchen Schlüssen haben nun die Verfasser durch die Erfindung des flüssigen Fleisches glücklich vorgebeugt. „Es spricht sehr gegen „die Wahrscheinlichkeit, dass die Bedingungen zur Darstellung des „Harnstoffes aus dem Eiweiss im Blute gegeben sind, wo höchstens „die Bedingungen zu einem einfachen Oxydationsprocess vorhan„den sind."

Woher das die Verfasser wissen, ist uns unbekannt — uns scheint es, als sei es mehr als verwegen, einer so mannigfachen und chemisch so wenig bekannten Flüssigkeit, wie das Blut, gegenüber behaupten zu wollen, dass dort nur „einfache Oxydationsprocesse" existiren können.

Aber gesetzt auch, das wäre so der Fall, so stehen wir hier plötzlich vor einem noch grösseren Wunder. Kaum ist das Eiweiss aus den Capillargefässen heraus, kaum „durchsetzt es in flüssiger Form die Organe" so hat es die Fähigkeit, sich in Harnstoff umzusetzen. Es braucht nicht „fest und geformt" zu werden, es braucht nur aus dem Blute heraus zu kommen, um fähig zu werden, an den Symposien Sr. Majestät Harnstoff I. Theil zu nehmen. Im plebeischen Blutstrom, der Alles aufnimmt, ist es unfähig, an der Umsetzung Theil zu nehmen — sobald es seinen Austritt genommen, wird es hoffähig!

Warum das so ist? Weil eben im Blute nichts vorgehen darf! Und warum nicht? Ja weil der Harnstoff das Mass des umgesetzten Fleisches ist! Woher wissen Sie das? „Von Wissen ist dabei freilich nicht die Rede", sagen die Verfasser. Ein wahres Wort!

Betrachten wir aber die obengegebene, aus den B.-V.'schen Zahlen selbst entnommene Tabelle, so sehen wir, dass die Mittelzahl, bei welcher abgesonderter und berechneter Harnstoff sich so ziemlich balanciren und der Hund etwa stationär bleibt, je nach den verschiedenen Nahrungsmitteln sehr verschieden ist. Bei reiner Fleischnahrung ist sie am höchsten, sinkt bei Fleisch und Fett, Fleisch und Zucker, Fleisch, Fett und Stärke und am meisten bei Brod — mit anderen Worten, diese Gleichgewichtszahl nimmt um so mehr zu, je stickstoffreicher die Nahrung ist.

Es sollte uns dünken, als läge hierin ein überzeugender Beweis für die Richtigkeit der Annahme einer doppelten Harnstoffquelle. Die constante, aus dem Umsatze der Gewebe sprudelnde liefert, wie es scheint, nur eine verhältnissmässig geringe Menge Harnstoff — die weit grössere Menge wird unmittelbar aus den Stickstoffsubstanzen des Blutes gebildet. Je mehr Substanzen dieser Art zugeführt werden, desto mehr Harnstoff wird abgeschieden, bis endlich eine Grenze eintritt, wo das höchste Mass der Harnstoffbildung im Blute erreicht ist.

Wollte man die B.-V.'sche Erklärung annehmen, so müsste der Hund um so mehr umsetzen, je mehr er frisst und um so mehr innere Arbeit leisten, da ja die Harnstoffsekretion im Verhältniss zur inneren Arbeit steht und deren Product ist. Der Hund, ein Fleischfresser, müsste demnach *um so mehr* innere Arbeit leisten, je adäquater seiner Natur das Futter ist — er müsste etwa 4mal mehr Kraft aufwenden, um Fleisch, auf das ihn die Natur angewiesen hat, bewältigen zu können, als er nöthig hätte, um Brod zu verdauen, das ihm die Civilisation gegen seine Natur aufdrängt. Kurz, wir kämen wirklich zu dem Schlusse, den der fromme Rougemont vortrug, dass der Hund anfänglich Pflanzenfresser gewesen sei, dass ihm aber zur Strafe seiner Sünden nach dem Sündenfalle die Fleischzähne gewachsen seien, welche eigentlich mit seiner innersten Natur in Widerspruch ständen!

Der Glaubenssatz und seine Begründung.

„Die Basis unserer *und aller* Untersuchungen auf diesem Wege „bilden bis jetzt die beiden Sätze, dass einmal der Harnstoff *nur* ein „Umsetzungsproduct der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile, *nie* „blosses Oxydationsproduct des Eiweisses im Blute ist und zweitens, „dass aller Stickstoff der umgesetzten Körperbestandtheile wenigstens „zum bei weitem grössten Theile und etwa unter Berücksichtigung des „Stickstoffes in den Fäces, als Harnstoff ausgeschieden wird. **Wer diese „beiden Sätze nicht anerkennt,** und wo sie nicht fest gestellt sind, **der „mag sich aller Untersuchungen dieser Art enthalten.**"

Wenn man diesen Satz, allgemeiner gefasst, mit grossen Buch-

staben über dem Thorbogen des Münchener physiologischen Insti
oder sonst da, wo Herr Bischoff als wissenschaftlicher Papst herr
befestigte, nähme sich das nicht gut aus?

Wer unsere Sätze nicht anerkennt, mag sich aller Untersuchu
enthalten!

Aus der Untersuchung soll also nicht der Satz hervorgehen, s
dern der Satz muss anerkannt werden, ehe man die Untersuchung
ginnt!

Niemand darf katholische Theologie treiben, der den durch Pius
sanctionirten Satz der unbefleckten Empfängniss der Mutter der h
gen Jungfrau nicht anerkennt; Niemand darf Physiologie treiben,
nicht zum Bischoff'schen umgesetzten Harnstoff schwört.

Bisher war der Gang der exacten und physikalischen Wis
schaften ein anderer. Man legte sich eine Frage vor — man unt
suchte — man fand ein Resultat: das, sagte man dann, habe ich gef
den — wer davon nicht überzeugt ist, der lese mein Buch, mac
meine Versuche nach, verbessere ihre Fehler, wenn welche sind, od
bestätige mein Resultat!

Herr Bischoff macht es wie der Papst. Das, sagt er, ist mei
Satz. Wer ihn nicht glaubt, der enthalte sich jeder Untersuchung -
er ist ein Ketzer! Wer Untersuchungen machen will, der glaube v
her! Der Ketzer aber — *anathema sit!*

In einem Punkte hat der Schreiber dieses Satzes (und nur H
Bischoff kann dies sein) vollkommen Recht: Wer den Satz n
glaubt, der wird auch in alle Ewigkeit durch die B.-V.'schen Sä
nicht überzeugt werden — so gut wie der Ketzer, der an die
thenogenese unter Menschen nicht glaubt, auch von dem Satze Je
sich nicht bekehren wird lassen.

Hoffentlich aber wird sich noch ein Echo in den deutschen w
senschaftlichen Wäldern finden, wenn man die Stimme gegen solche
Gebahren erhebt.

Die Tendenz zu demselben gibt sich überall von Zeit zu Zei
kund. Es gibt unter den Naturforschern, wie unter allen übrigen
Menschenkindern, unfreie Creaturen, die ihre eigene Unfreiheit in die
Wissenschaft übertragen und dort durch ihre Stellung imponiren und

befehlen möchten. Ihnen gilt das Resultat nicht als solches, sondern nur in so weit, als es von der Autorität gedeckt wird und so wie sie vor einer höher stehenden Autorität sich beugen, so verlangen sie, dass ringsum Alles schweige und sich vor ihrem Ausspruche neige. In allen Zweigen der Wissenschaft haben diese Päpste unendlichen Schaden gestiftet, indem sie jede Bestrebung in einer von ihnen nicht gebilligten Richtung nicht nur nicht unterstützten, sondern verfolgten und die Betreffenden, soweit es in ihren Kräften stand, zu zwingen suchten, sich „aller Untersuchungen der Art zu enthalten."

Es ist meines Berufes nicht, mich viel darum zu kümmern, ob Hr. B. und V. Hunde füttern und wiegen. Vielleicht hätte ich ihre Resultate ohne tiefer eingehende Kritik, stillschweigend hingenommen und geblendet durch die langen Versuchsreihen, das Resultat acceptirt, ohne den Weg zu untersuchen, auf dem es gewonnen wurde. Haben dies ja doch auch andere gethan, die durch Stellung und Beschäftigung weit mehr als ich, auf Kritik angewiesen waren. Aber als ich diesen Satz las, in welchem mir der Glaube von vorne herein aufgebürdet werden sollte, als ich hier ersah, wie sich der wissenschaftliche Papismus wieder aufblähte, da empörte sich das Bewusstsein, dass wir auch ohne Glauben noch Untersuchungen machen dürfen und dass wir in der Wissenschaft keiner infalliblen Autorität unterworfen sind. Ich sagte mir, dass derjenige, der selbst nicht in der Stellung ist, Untersuchungen zu machen, doch das Recht hat, den Massstab der Kritik an den Untersuchungen Anderer zu üben. Man befiehlt dir, zu glauben, sagte ich zu mir — lass sehen, ob du musst! Und je mehr ich sah, desto weniger musste ich.

Ich sah sogleich, dass die Rechnungen auf jenes berühmte Rechen-Exempel hinausliefen, welches Arago einst den Candidaten zur polytechnischen Schule vorlegte. Die Länge des Kieles, der Tonnengehalt des Schiffes, die Höhe des Mastbaumes sind bekannt — wie alt ist der Capitän? — Einige setzten sich hin und rechneten, dass ihnen der Schweiss von der Stirne troff — Andere warfen den Kopf in die Höhe und erklärten, die Frage sei stupid. Diese nahm Arago auf.

Ich glaube im Vorstehenden den Beweis geliefert zu haben, dass die Herren B. und V. eine Frage berechnet haben, die der Arago'-

schen ähnlich sieht, wie ein Ei dem andern. Ich habe den H geliefert, dass ihre Frage jede Antwort zulässt, also keiner An fähig ist. *Es ist nicht möglich, aus der Bestimmung der Einn der greifbaren Ausgaben und des Körpergewichts die relative M der Perspirations-Produkte und den innern Stoffwechsel zu beru* Anderes aber, als obige drei Factoren haben die Hrn. B. u nicht bestimmt.

Die vermittelnden Glaubenssätze, durch welche die Verfass dem ketzer-verdammenden Hauptsatze gekommen sind, lassen sich folgendermassen resumiren.

„Das Fett und die ihm verwandten organischen Marterien di *zuletzt,* bei ihrer Umsetzung, *nur zur Wärmebildung.*"

„Es ist unmöglich, dass der Sauerstoff allein die Umsetzung stickstoffhaltigen Marterien bewirkt."

„Die Umsetzung der stickstoffhaltigen Marterien bringt die Be gungskraft hervor, welche zu jenen (inneren) Bewegungen nöthig die bei der Auflösung, Resorption, Circulation und Athmung der N rungsmittel und des Blutes erforderlich sind."

„Die willkührlichen, durch die Nerven bedingten Bewegun gehen ebenfalls aus dem Umsatze der stickstoffhaltigen Substanzen vor. *Wenn die zu den ununterbrochenen inneren Bewegungen nöt Kraft nicht mangeln soll, so muss die Umsetzung* der betreffenden K perbestandtheile, also auch der Verbrauch derselben oder des Ers materials, *um eben so viel gesteigert werden.*

Alle diese Glaubenssätze aus der „Harnstoff-Bibel" *sind* eb wenig bewiesen, als der Satz, dass der Teufel umhergehe, wie brüllender Löwe und suche, wen er verschlinge. Sie gehen nicht zwingende Schlussfolgerung aus den gewonnenen Resultaten hervor sie sind im Gegentheile apioristische Axiome, die gar nicht bewiesen sondern geglaubt werden sollen. Aber sie sind nichts *desto* weniger die vermittelnden Uebergänge zu dem letzten Ketzersatze und wer sie nicht annimmt, kann auch diesen letzteren nicht glauben. Wer an die unbefleckte Empfängniss der Mutter glaubt, muss auch an diejenige der Jungfrau selbst glauben.

Bewegung (innere und äussere) ist das Product der Umsetzung

der stickstoffhaltigen, Harnstoff liefernden Substanzen. Bei gleich bleibender innerer Bewegung muss äussere willkührliche Bewegung mehr Umsatz bedingen, mehr Harnstoff erzeugen, mehr Ersatz in den Nahrungsmitteln verlangen. Nur wenn dieses wahr ist, kann auch der Satz wahr sein, dass der Harnstoff nur ein Umsetzungsproduct der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile ist.

Der B.-V.'sche Versuchshund blieb aber stets in denselben äusseren Verhältnissen. Er machte einen Tag, wie den andern etwa dieselben Bewegungen, brauchte dazu etwa gleich viel Kraft, gleich viel Stickstoff, gleich viel Harnstoff. Der Satz, mit dem das ganze Gebäude steht oder fällt, steht unbewiesen da. Aber Bischoff befiehlt: Glaub' Physiologe oder stirb!

Der Sturz der neuen Harnstoff-Religion durch ihre eigenen Jünger.

Der Glaubenssatz, dass Arbeit den Umsatz und damit die Harnstoffbildung vermehre, ist, wie wir oben sahen, der Eckpfeiler, auf dem der Tempel der neuen Religion steht. Kein Schatten eines Beweises liess sich für diesen Satz finden — den positiven Autoren die man citirt, stehen ebenso viel negative entgegen, die keine Vermehrung nach Muskelbewegung gefunden haben wollen.

Aber das Thier *muss* bei Arbeit mehr Harnstoff absondern.

„Kind", sagte ein Geheimer Medicinalrath zu einem kranken Mädchen, „Kind, du hast wohl kalte Füsse, wenn du dich zu Bette legst?"

Kalte Füsse — nein!

„Besinn' dich, du hast gewiss kalte Füsse!"

Aber gewiss nicht, Herr Medicinalrath!

„Dummes Ding! Du *musst* kalte Füsse haben," donnerte der Medicinalrath und gab ihr eine Ohrfeige.

Nero! sagten die Hrn. Bischoff und Voit zu ihrem Hunde, Nero, du *musst* mehr Harnstoff absondern!

Und sie sperrten ihn in ein Laufrad, liessen ihn darin Arbeit verrichten, bedeutende Arbeit, sehr bedeutende Arbeit, liessen ihn hungern, mässig und viel fressen und controllirten.

Der Hund aber war hartnäckig und halsstarrig. Die Verfasser

kamen „zu dem ganz unerwarteten und überraschenden Resultat", d
der Hund bei der Arbeit nicht mehr Harnstoff absonderte, als b
Faullenzen und Hr. Bischoff zeigte dies am 9. Juni 1860 der m
nenden Akademie der Wissenschaften in München an.

Triumphirend — denn unterdessen hatte Hr. Dr. Voit „
„Räthsel der Ermüdung und Erschöpfung bei einer Arbeit gelöst"

Vielleicht hätte Hr. Bischoff besser gethan, hier jene *reser*
anzubringen, die so schön auf S. 32 der Einleitung der Harnstoffb
gegeben ist, dass wir nicht umhin können, sie hier zu wiederhol

Wir zweifeln zwar nicht, dass es Hunde gibt, bei welchen die
„nicht der Fall ist, sondern bei welchen wirklich ein Theil des Ha
„stoffes sich noch im Blute oder in der Harnblase umsetzt und so v
„loren geht. Es ist möglich, dass dieses bei anderen Thieren, u
„leicht selbst bei Menschen immer der Fall ist."

Wenn es also Hunde gibt, die das Unmögliche möglich mach
wenn es Hunde gibt, die Harnstoff im Blut umsetzen und andere, d
es nicht thun — warum sollte es nicht Hunde geben, die bei Arb
mehr Harnstoff produciren und andere, die es nicht thun? Kann
nicht Hunde geben, die gläubig sind im Punkte des Umsatzes u
ungläubig im Punkte der Arbeit? Nero kann den Glauben an d
Harnstoff-Umsatz bis zum Fanatismus treiben, aber in Beziehung a
Arbeit ein heimlicher Sectirer und Faulheitsträppeler *) sein!

Aber Nero ist nun einmal der Normalhund, der Hund aller Hu
— also muss die Religion auf andere Weise gestützt werden. D
ganze Bibel ist durch das infame Laufrad aufgehoben, zerrissen
die Winde zerstreut worden — Samiel hilf!

Wenn man eine Religion nicht mehr auf andere Weise halten
kann, so schiebt man ihr einige Wunder unter den Dreifuss und sa
dabei: *Credo, quia absurdum!*

Hr. Dr. Voit hat die Wunderfahne gestickt und der Bischoff
der neuen Religion, ein Tedeum singend, dieselbe in Procession dem
Münchener Capitel vorgetragen.

Das Wunder heisst: *Electricität.* In der Medicin heisst's Magne
tismus, Mesmerismus, Somnambulismus, Spiritualismus, Humeismus

*) In Bern nennt das Volk die Pietisten „Gotteträppeler."

In der Physiologie heisst es jetzt Electricität und löst nach Hrn. Bischoff's Versicherung „das letzte Räthsel."

In der That, da die willkührliche Bewegungskraft nicht aus dem Umsatz der Muskelsubstanz fliessen kann, da dieser Umsatz Harnstoff absondern müsste und der Harnstoff nicht kommen will, so muss eine andere Kraft gesucht werden.

Die Wärme kann sich nicht im thierischen Körper in Bewegungseffekte umsetzen. Das Fett wäre ja in diesem Falle die bewegende Substanz, da das Fett die Wärme liefert. Es müsste ein Thier um so mehr arbeiten können, je fetter es ist.

Also: Eine Kraft, eine Kraft! Ein physiologischer Lehrstuhl für eine Kraft!

Hr. Bischoff und Hr. Voit „sehen sich im Thierkörper nach anderen Kraftquellen" um, stumm, ringsum! Anfangs sehen sie Nichts. Dann aber geht es ihnen wie dem königlich preussischen Hauptmann bei der Musterung: da hinten sehe ich Einen, den ich nicht sehe!

Sie sehen die Electricität!

Wir glauben, es könnte auch das Licht sein, das im Innern des Körpers eingeschlossene, unsichtbare Licht, welches vielleicht zu Bewegungseffecten umgesetzt werden könnte, während es jetzt doch nur dazu verwandt wird, heimliche Curven im Thierkörper zu photographiren, die beständig durch den Umsatz wieder ausgewischt werden. Wärme setzt sich in Licht um — warum sollte sich nicht Licht und besonders unsichtbares, „sich in sich selbst verzehrendes zur Erhaltung der Stellung der Molekule verbrauchtes" Licht in Bewegung umsetzen? Bevor freilich diese unsere lichte Theorie „durch Massbestimmungen bestätigt werden kann, müssten das Licht-Aequivalent des Eiweisses und das mechanische Aequivalent des Lichtes genauer festgestellt sein, wozu uns Physik und Chemie augenblicklich eben so wenig Aussicht gewähren" als sie Hrn. Bischoff zur „Feststellung des elektrischen Aequivalentes des Eiweisses und des mechanischen Aequivalentes der Electricität bieten."

Wir bleiben also bei der Electricität.

Nach der Theorie des Hrn. Voit, die nach Hrn. Bischoff das Räthsel löst, entwickelt sich bei der Ernährung der Nerven und Mus-

keln ununterbrochen Electricität, die bei Erregung sich in Bewegung umsetzt. In den Nerven tritt diese Erregung nicht äusserlich sichtbar hervor — in den Muskeln äussert sie sich durch mechanische Zusammenziehung.

Diese Electricität speichert sich auf. Wird ein Thier schlecht ernährt, so speichert es wenig, wird es gut ernährt, so speichert es viel auf.

Das Electricitätsmagazin kann verbraucht werden, „ohne dass in „Momente seiner Verwendung eine Umsetzung der Muskel und Nervensubstanz erforderlich ist."

Geschieht dies, ist das Magazin erschöpft, so ist auch das Thier erschöpft und ermüdet, es muss so lange warten, bis das Magazin wieder gefüllt ist.

Die Lösung des Räthsels liegt also in der Herstellung eines Electricitäts-Magazins. Wir können uns nun nicht mehr wundern, warum bei gut genährten Katzen die Haare im Dunkeln Funken geben beim Streicheln; — das Magazin ist überfüllt.

Das Kameel trägt nach dem Studentenliede ein Fass im Bauch daher — der Mensch einen mit Electricität gefüllten Harzkuchen. Die Nerven sind der Fuchsschwanz, womit der Kuchen gepeitscht wird.

Das Thier muss fressen, um durch den Stoffwechsel die verwendbare Electricität wieder zu ersetzen, das Magazin zu füllen.

Wir essen also nicht um Stoff zu erhalten, sondern um Electricität anzusetzen. Ein mit Siegellack und seidenen Lappen gespeister Mensch müsste eine fürchterliche Thätigkeit entwickeln.

Essen steigert den Stoffumsatz, steigert die Electricitäts-Entwicklung, überfüllt am Ende das Magazin. Ein ruhender Mensch, der isst, begeht das Verbrechen einer Luxusconsumtion von Electricität.

So hätten denn die Herren B. und V. jene schändliche Luxusconsumtion die sie in Gestalt von Eiweiss mit einem Fusstritte zur Thüre hinausgeworfen haben, als Electricität wieder zum Fenster hineingeschoben!

Ein gewisser Vorrath von Electricität ist immer vorhanden. Der Verbrauch dieser Electricität zu Bewegungen darf nicht grösser sein

als der Vorrath und die Erzeugung. Ist er grösser, so tritt die Unmöglichkeit zu Bewegungen ein.

Da der Vorrath vorhanden ist, so kann in der Zeit eine Arbeit durch seinen Verbrauch geleistet werden, ohne dass gesteigerte Electricitätsentwicklung, d. h. Fleischumsatz nöthig ist.

Das sind die Hauptsätze dieser neuen „Theorie, welche ebenso „wohl mit den alten Thatsachen der Erfahrung als mit den Ergebnissen „sorgfältiger experimenteller Forschung in dem besten Einklange steht „und also wohlbegründet erachtet werden kann."

Die neue Electricitäts-Theorie wird auf Du Bois-Reymond's ruhenden Nerven- und Muskelstrom basirt und gewissermassen als ein Ausfluss jener „ausgezeichneten Untersuchungen" bezeichnet, mit denen man bisher eigentlich nichts Rechtes anzufangen wusste. Es wird ohne Zweifel Hr. Du Bois äusserst schmeichelhaft sein, zu erfahren, dass es der Herren B. und V. bedurfte, um seine Resultate erst recht anwendbar zu machen.

Es wird wohl vielen Physiologen gehen, wie den Franzosen, als Hr. Strosslmayr, wenn ich nicht irre, ein Concert in Paris geben wollte. Kein Mensch konnte den Namen aussprechen; — Kein Mensch ging in das Concert des unnennbaren Virtuosen. Auf dem zweiten Concertzettel stand: Strosslmayr (prononcez: Richard). Alle Welt ging in das Concert des Hrn. Richard.

Electricität ist gedruckt — prononcez: Eiweiss und Alles ist klar. Wir wollen die Uebersetzung versuchen.

Nach unserer Annahme werden bei der Ernährung Eiweisskörper der Nahrung entnommen. Ein Theil dieser Eiweisskörper wird zum Umsatz der Gewebe benutzt, ein anderer Theil speichert sich im Blute auf. Wird ein Thier schlecht ernährt, so speichert es wenig, wird es gut ernährt, so speichert es viel auf.

Dies Eiweissmagazin kann in Harnstoff umgesetzt werden, ohne dass dazu eine Umsetzung der Muskel- und Nervensubstanz erforderlich ist.

Bewegt sich das Thier, so setzt sich mehr Muskelfleisch um und erzeugt mehr Harnstoff. Der Verlust wird durch die Eiweisskörper des Blutes gedeckt, die Fleisch-Ansatz erzeugen.

Ist der Verbrauch grösser als die Deckung, so ist das Thier erschöpft und ermüdet; — es muss so lange warten, bis sein Verbrauch gedeckt ist.

Das Thier muss also fressen, um durch den Stoffwechsel die verbrauchte Substanz zu decken.

Ein gewisser Vorrath von Eiweisskörpern im Blute ist immer vorhanden. Durch seinen Verbrauch zum Ersatz kann in der Zeit eine Arbeit geleistet werden, ohne dass deshalb gleich neue Zufuhr nöthig ist.

Und so weiter mit Grazie *in infinitum!*

Es ist ein alter Satz in den exacten Wissenschaften, dass eine unnöthige Hypothese auch unnütz und werthlos ist.

Wir bewiesen oben, dass aus den B.-V.'schen Untersuchungen selbst die Annahme einer doppelten Harnstoffquelle mit zwingender Nothwendigkeit hervorgeht. Man braucht nur diese anzunehmen und die Räthsel sind ohne den *deus ex machina electrica* vollkommen gelöst.

Aber ehe die Verfasser dieses annehmen, stürzen sie lieber ihr ganzes Gebäude um. Wir können ihnen das nicht verwehren — es gehört ihnen allein — kein Mensch sonst hat Theil daran. „Machen es damit, wie Ihr wollt, Jungfer, die Sache ist Euer," sagte der Präsident des Chorgerichts.

Eine Frage aber können wir nicht unterdrücken.

Den Hrn. B. und V. zu Folge entspricht die Menge des Harnstoffes genau der Menge des Umsatzes. Der Umsatz entspricht genau der Kraft, welche zur Bewältigung der Nahrungsmittel nöthig ist. Wenn der Hund 1 Kilo Fleisch frisst, so muss er dafür 1 Kilo seines Körperfleisches zersetzen, um aus diesem die genau entsprechende Menge Harnstoff zu erzeugen und durch den Umsatz die entsprechende Kraft zu den inneren Bewegungen zu entwickeln.

Wenn das richtig ist, so fragt man mit Recht: Wo kommt denn die Aufspeicherung von Electricität her?

Die in Muskeln und Nerven beständig erzeugte Electricität wird doch nur durch den beständigen Umsatz erzeugt. Da aber, den Verfassern zu Folge, der Umsatz der innern Bewegungskraft gleich ist

so muss sich ja alle durch den Umsatz erzeugte Electricität beständig in innere Bewegung umsetzen. Es kann also nichts davon aufgespeichert werden, denn was erzeugt wird, muss sogleich in Bewegung umgesetzt werden und diese wird als innere Bewegung verbraucht, so dass nichts davon übrig bleibt. Wäre dies nicht, so könnte die Nahrung nicht bewältigt werden.

Die innere Bewegung müsste also sistirt werden, so lange die Electricität zu willkührlicher Bewegung verwandt wird. Dass dies nicht der Fall ist, dass im Gegentheile willkührliche Bewegung auch die vegetative Bewegung, Athmen, Herzschlag etc, vermehrt, weiss jedes Kind.

Entweder müsste also die Electricität für die innere Bewegung ein anderes mechanisches Aequivalent haben, als die für willkührliche, oder es müsste die innere Bewegung nicht aus Umsetzung von Electricität entstehen, also total anderer Natur sein.

Oder endlich müsste der Fundamentalsatz falsch sein, und der Harnstoff nicht nur ein Umsetzungsproduct der Gewebe, sondern auch der direkten Umsetzung der durch die Nahrung gelieferten Eiweisskörper im Blute sein.

So schlägt denn auch hier wieder die Theorie der Electricitätsspeichen den eigenen Resultaten in's Gesicht und führt mit verzweifelter Consequenz direct zu dem Satze den man bekämpfen zu müssen glaubte.

„Immer entsprach die ausgeschiedene Harnstoffmenge dem Produkt aus der sich umsetzenden Masse des Thieres und der in der Nahrung gebotenen Menge Eiweiss."

„So lange das Thier lebt, wird eine gewisse Arbeit in seinem Körper verrichtet, die sich zum Mindesten in zahlreichen inneren Bewegungsphänomenen kund gibt, bei denen eine gewisse Kraft verbraucht wird. Wo soll sie herkommen? Sie kann allein in Verbrauch seiner stickstoffhaltigen Körpertheile frei werden und das Product der Umsetzung letzterer ist eben der Harnstoff."

„Kaum hatte der Hund Fleisch angesetzt, so vermehrte sich alsbald die Menge des Harnstoffes wieder, weil sich nun die sich umsetzende Körpermasse des Thieres vergrössert hatte."

Wer die drei Sätze mit einer Aufspeicherung von Kraft (Electricität = Kraft = Bewegung) zusammenreimen kann, hat wahrlich aus Häckerling Gold schon gemacht.

Herstellung der Harnstoff-Religion durch den Ungläubigen.

„Durch sehr bedeutende Arbeit wird die Harnstoffabscheidung weder beim Hungern, noch bei genügender Fleischnahrung vermehrt."

So lautete der Satz, mit welchem Hr. Bischoff in Folge der neuen Untersuchungen des Hrn. Dr. Voit das Fundament des Tempels umstürzte und welchen er in der Sitzung der Akademie begründete.

Wir mussten glauben, um so mehr, als dieser Satz dem früher befohlenen diametral entgegen stand.

Unterdessen kamen uns die „Untersuchungen über den Einfluss „des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoff„wechsel von Dr. C. Voit" zu."

Wir stürzten darauf zu, wie der Hungernde auf ein frisches Brödchen — wir verschlangen mit den Augen den 3. Abschnitt „Wirkung der Bewegung", wo wir die gewogenen und gemessenen Resultate der Versuche fanden, wir sahen die Reihen auf und ab, ab und auf, hin und her, her und hin — es wurde uns weich zu Muthe wie in einem Fröbel'schen Kindergarten — aber mein Himmel! Die Zahlen sagen ja das gerade Gegentheil!

Wahrlich so ist's, es ist wirklich so! Da steht es geschrieben!

Arbeit befördert die Harnstoff-Absonderung.

Wir wollen diese freche Behauptung aus den Voit'schen Zahlen nachweisen.

Voit liess den Hund zweimal hungern, einmal 5 Tage, das zweite Mal 9 Tage, nach gewöhnlicher Futterperiode. Beidemal war er etwa gleich schwer. In der ersten Reihe faullenzte der Hund am 1., 3. und 5. Tage, arbeitete am 2. und 4.; — in der zweiten arbeitete er am 4., 5. und 6. Tage, ruhte aber an den übrigen.

Sodann wurde der Hund während 23 Tagen mit je 1500 Grm.

Fleisch gefüttert und zweimal, vom 11. bis 13. und vom 17. bis 19. im Laufrade zur Arbeit angehalten, das erste Mal bei vollem, das andere Mal bei leerem Magen.

Diese vier Versuchsreihen berechnet nun Hr. Voit selbst folgendermassen:

		Harnstoff im Mittel.	
Erste Hungerreihe	Ohne Laufen	14,3	Differenz
	Mit Laufen	16,6	
Zweite Hungerreihe	Ohne Laufen	11,9	(corrigirte Mittelzahl 10,88)
	Mit Laufen	12,3	. . . + 1,45
	Ohne Laufen	10,9	
Erste Futterreihe mit vollem Magen	Ohne Laufen	109,8	
	Mit Laufen	117,2	. . . + 7,4
	Ohne Laufen	109,9	
Zweite Futterreihe mit leerem Magen	Mit Laufen	114,1	. . . + 3,5
	Ohne Laufen	110,6.	

Obgleich die Differenz auch beim Hungern in die Augen springend ist, so setze ich dieselbe von der ersten Hungerreihe nicht hier an, weil, wie Hr. Voit selbst zugesteht, diese Reihe in sich fehlerhaft ist.

Die zweite Hungerreihe ist aber einer Discussion werth, da sie in drei gleichmässige Perioden von drei Tagen zerfällt.

Rechnet man, wie auch Hr. Voit selbst sagt, den ersten Tag wegen der vorigen hineinspielenden Futterperiode ab, so erhält man die corrigirte Mittelzahl 10,88 — also 1,45 Grm. Harnstoff für den Tag Arbeit mehr. Das scheint wohl eine sehr geringe Zahl — die Vermehrung ist aber doch bedeutend, denn sie beträgt 13 Procent; — 10,88 : 12,33 = 100,0 : 113,3.

Da aber beim Hungern das Körpergewicht und mit ihm die abgesonderte Harnstoffmenge stets abnimmt, so könnte man auch durch Interpolation annähernd die Harnstoffmenge berechnen, welche das Thier ohne Arbeit in den drei mittleren Hungertagen hätte geben sollen — man fände dann die Zahl 11,4 die eine Differenz von 0,9 Grm. ergeben würde. Wollte man endlich die während jeder Periode constatirte Gewichtsabnahme mit dem Harnstoffquantum in Zusammenhang bringen, so ergeben sich folgende Zahlen.

Gewichtsabnahme	Harnstoffmenge	Verhältniss
Ohne Laufen = 515	11,9	100 : 2,31
Mit „ = 320	12,3	100 : 3,84
Ohne „ = 340	10,9	100 : 3,20.

Wie man also auch die Sache ansehen mag, es findet eine Ve mehrung der Harnstoffproduction durch die Arbeit statt, die nach H Voit's eigener Angabe, beim Hungern etwa 13 Procent beträgt.

Bei vollem Magen beträgt die Differenz 7,4 Grm. Die Propor ist 109,8 : 117,2 also wie 100 : 106,7.

Bei leerem Magen 110,6 : 114,1 = 100 : 103,1.

Bei genügendem Fressen ist also die proportionelle Harnstoff-Ve mehrung geringer als beim Hungern — bei leerem Magen gering als bei vollem. Die Stufenfolge ist 13,3; 6,7; 3,1 Procent.

Vermehrung ist also in jedem Falle vorhanden.

Wie aber erklärt sich Hr. Voit die Sache?

„Ich hatte mir gedacht, es müsste wenigstens beim Hunger, w „gerade nur das Aeusserste an Eiweiss zersetzt wird, nicht mehr K „ausser der Wärme verfügbar werden als unumgänglich für die Bedi „nisse des Lebens während der Ruhe nothwendig ist und deshalb b „einer weiteren körperlichen Anstrengung von einer die mechanisch „übrigen Bewegungen im Körper übertreffenden Grösse viel mehr „doppelt und dreifach so viel Eiweiss der Zersetzung anheimfallen. Da „war aber nicht so, beim Hunger ist die Differenz kaum nachweis „bei reichlicher Fleischnahrung nur unbedeutend grösser.“

Durch die einfache Zurückführung auf gleiche Verhältnisszahl sieht man, dass dieser letztere Satz entschieden falsch ist — die die Arbeit bedingte Harnstoffvermehrung ist beim Hunger verhältnissmässig bedeutend grösser als bei genügender Nahrung.

Mit vollem Rechte sieht Hr. Voit seine „bisherigen Anschauungen über den Stoffverbrauch bei der Arbeit tief erschüttert.“

Statt aber dieselben in ihren Grundlagen anders zu gestalten, statt darüber nachzudenken, ob nicht der Glaubenssatz, dass der Harnstoff nur vom Umsatze der Gewebe herrühre, „tief erschüttert“ sei, lässt Hr. Voit diesen unangetastet stehen und sucht nun zuerst nachzuweisen, dass die bei der Arbeit „beobachtete geringe Vermehrung

des Eiweissumsatzes nicht in der Arbeit, sondern in etwas Anderem ihre Quelle hat."

Das Andere besteht nun in Wasserverdunstung durch Haut und Lungen, Wassersaufen, verstärkter Herz- und Athembewegung etc. Als ob Alles dies nicht Folge der Arbeitsleistung wäre. Wenn Hr. Voit sagt der Hund zersetzte mehr Eiweiss, weil er mehr athmete, so ist es doch klar, dass er mehr athmete, weil er mehr arbeitete — dass er also mehr zersetzte, weil er mehr arbeitete, dass also die Vermehrung des Eiweissumsatzes in der Arbeit ihre Quelle hat. Oder athmet der Versuchshund etwa eine Viertelstunde bevor er in's Laufrad geht stärker, um den Herzschlag und die Verdunstung zu bethätigen und sich die Lungen voll Luft zu pumpen, wie die Maikäfer, wenn sie fliegen wollen?

So kommt denn Hr. Voit durch eine Reihe von falschen Schlüssen zu dem mit seinen Zahlen in direktem Widerspruche stehenden Satze: „Es wird nach starker Arbeit in 24 Stunden nicht mehr Ei„weiss zum Zustandekommen der Arbeit zersetzt, wie in der Ruhe auch — „dies ist eine unbestreitbare Thatsache."

Die Herren B. und V. haben das unbestreitbare Unglück, stets aus ihren unbestreitbaren Thatsachen die bestreitbarsten Schlüsse zu ziehen und stets das Gegentheil von dem zu behaupten, was der gesunde Menschenverstand daraus folgern muss.

Wenn die unbestreitbare Thatsache richtig ist, so hat Hr. Voit allerdings Recht, wenn er behauptet, dass seine bisherigen Anschauungen völlig umgestürzt sind.

Nichts desto weniger hält er die Anschauung fest, dass der Harnstoff-Debit dem Muskelfleischverbrauch entspricht: „Unser Hund", sagt er S. 225, „hätte bei 1500 Grm. Fleischverbrauch keinesfalls vielmehr Radumgänge hervorgebracht, als er gethan hat, trotzdem treffen wir beim Hungern mit 200 Grm. Fleischumsatz beinahe ebenso viel Leistung."

Und er vergisst, dass durch Nichts und am Wenigsten durch ihn selbst, erwiesen ist, dass der 1500 Grm. Fleisch fressende Hund auch wirklich 1500 Grm. seines Körperfleisches umsetzt oder dass der hungernde Hund 200 Grm. seines Körperfleisches aufbraucht. Er vergisst,

dass er selbst sogar später durch allerlei Betrachtungen, auf die
nicht weiter eingehen wollen, zu der Behauptung gelangt, „dass
viel Eiweiss dazu gehört, um grosse mechanische Leistungen her
zubringen", er vergisst, dass ein Thier Blut hat im Hunger und
genährten Zustande und dass in diesem Blute auch Eiweiss und
serstoff und manche stickstoffhaltige Substanz sich noch befindet.

So kommen denn jene tollen Sprünge der Phantasie, mit welc
dem so jugendlichen Füllen des Stoffwechsels das Kreuz vollends
geritten wird, bis endlich das arme, zu Tode gehetzte Thier auf al
Vieren in den grossen elektrischen Stall sich hineinrettet —

In den grossen Unsinns-Stall,
Der bewohnt von Professoren.

Wir können hier nicht umhin, darauf hinzudeuten, wie *harmonisch*
sich die Widersprüche, welche das Schifflein des Harnstoffes unter de
Steuerung der Hrn. B. und V. so bedenklich rüttelten, lösen, sobald
man ihren Fundamentalsatz aufgibt und eine doppelte Harnstoffquelle
annimmt, im Umsatz der Gewebe und im direkten Umsatz der im
Blut existirenden stickstoffhaltigen Substanzen. Die Umsatz*quelle* in
dem Fleische und den übrigen Geweben des Körpers ist die geringere,
wie wir schon aus den früheren Versuchsreihen darthaten — sie wird
gesteigert durch Arbeit und zwar, wie wir sahen, in nicht geringer
Masse, da sie nach dreitägigem Hungern sich um 13 Procent wenig
stens erhöhte. — Wir sind indessen weit entfernt, behaupten zu wo
len, dass die nach dreitägigem Hungern abgesonderte Harnstoffmen
wirklich nur das Produkt des Umsatzes der stickstoffhaltigen Gewe
darstellt — wir vermuthen sogar, dass auch in dieser Menge noch
Grössen enthalten sind, die grössere freilich aus dem Umsatze der
webe, die kleinere aus dem direkten Umsatz der Blutbestandtheile.

Wir wiesen oben aus den Kothmanipulationen der Hrn. B. und
aus den Kochsalzversuchen des Hrn. V. und seinen eigenen Worten
nach, dass eine Fütterungsperiode noch wenigstens acht Tage lang nach
ihrem Aufhören ihren Einfluss in der Oekonomie des Thieres geltend
macht — ist es zu viel, anzunehmen, dass dieser Einfluss auch beim
Hungern wenigstens eben so lange anhält? Es kann also selbst wäh-
rend längeren Hungers noch immer durch directe Umbildung der

stickstoffhaltigen Blutbestandtheile Harnstoff erzeugt und der durch Umsatz der Gewebe gebildeten Harnstoffmenge zugesetzt werden.

Die Versuche geben begreiflicher Weise gar keinen Anhaltspunkt um entscheiden zu können, welches das Verhältniss zwischen den beiden Faktoren des Harnstoffdebits an einem gegebenen Hungertage sei. Um dies Verhältniss nur annähernd bestimmen zu können, müssten uns viele Hungerreihen vorliegen, je nach verschiedenen länger dauernden Fütterungsperioden angestellt — so viele, dass durch die Zahl derselben die zufälligen Schwankungen auf ein Minimum reducirt wären — wodurch man dann die Möglichkeit hätte, den Einfluss der vorgängigen Fütterungsperiode auf den Hunger mit grösserer Bestimmtheit festzustellen. Erst wenn man solche Hungerreihen *ohne Arbeit* in grösster Zahl besässe, erst dann wäre es möglich, auch den Einfluss der Arbeit mit grösserer Bestimmtheit festzustellen.

Auch hier müssten aber noch viele Beobachtungen angestellt werden, um zu erörtern, ob die Arbeit nicht noch auf mehrere Tage hinaus nachwirkt und den Umsatz, somit die Harnstoffbildung erhöht. Die Wahrscheinlichkeit spricht gewiss für diesen Umstand — gewiss darf man von vorne herein erwarten, dass mit dem Aufhören der Arbeit die Steigerung des Harnstoffdebits nicht augenblicklich aufhört, sondern dass sie erst allmählich verschwindet, indem einerseits, wie ja auch die Respiration beweist, der Umsatz erst nach und nach wieder zum Normalmass zurückkehrt und anderseits der Harnstoff auch erst allmählig aus dem Blute abgesondert wird.

Betrachten wir von diesen Gesichtspunkten aus die einzige rationelle Hungerreihe mit Arbeit, die wir durch Dr. Voit besitzen, nämlich die zweite, so ergiebt sich Folgendes.

Körpergewicht.	Abnahme.	Wasser.	Harnstoff.	Arbeit.
33260		0	13,851	
32630	630	0	11,554	
32010	620	368	10,165	
31640	370	688	12,201	+
31340	300	328	12,155	+
30860	480	565	12,633	+
30610	250	88	11,304	
30220	390	113	10,750	
29870	350	175	10,628	
29590	280			

Während der ersten drei Ruhetage soff der Hund im G
368 Grm. Wasser, während der letzten 375 Grm., also fast gleic
— er soff dagegen in den drei Arbeitstagen 1581 Grm., also mehr
viermal mehr — ein Beweis wie sehr die Athmung und dami
Bedürfniss nach Wasser zur Sättigung der Athemluft gesteigert
Trotz dieser bedeutenden Wasserabnahme nimmt das Körperge
nur um wenig mehr ab während der drei Arbeitstage, nämlich
1090 Grm. als während der folgenden drei Ruhetage, wo es um
Grm. abnimmt. Der grössere Harnstoffdebit zeigt uns einen grösse
Umsatz der stickstoffhaltigen Körpergewebe an.

Da wir nicht wissen, wie viel Kohlensäure und Wasser durch
Perspiration entfernt worden, indem dies Verhältniss trotz aller C
trollen, wie oben nachgewiesen, nicht zu ermitteln ist, so können
auch nicht wissen, wie viel des gesoffenen Wassers am Ende der
beit noch im Körper zurückgehalten war und wie viel Fleisch wi
lich an der Umsetzung Antheil genommen.

Aber wir können annähernde, wahrscheinliche Data erhalten. Im
9. Hungertage war der absolute Harnstoffdebit, trotz des sehr bed
tend abgenommenen Körpergewichtes, noch immer grösser, als a
dritten Hungertage. Das Körpergewicht betrug am Anfange des e
ten Hungertages 32010 Grm., der Debit von Harnstoff 10,165 G
1 Kilo Hund debitirte also 3,17 Grm. Harnstoff. Wollte man d
Verhältniss als Massstab annehmen, so hätte am 9. Tage, wo der H
nur noch 29870 Grm. Anfangsgewicht besass, derselbe nur 9,485 G
Harnstoff debitiren dürfen, während er in der That 10,628 Grm
bitirte, d. h. 3,56 Grm. Harnstoff per Kilo Körpergewicht. Am
Arbeitstage wog er aber 31640 Grm. und debitirte 12,201 Grm Harn
stoff, also 3,81 Grm. per Kilo Körpergewicht. Man kann also in
dieser Betrachtung schliessen, dass die Arbeit die Harnstoffbildung
vermehrte und noch am dritten Tage nach ihrem Aufhören ihre Nach
wirkung spüren liess.

Ich wiederhole es: ich weiss, dass diese Zahlen unrichtig sind
indem ich nur die Anfangsgewichte des Körpers an dem Tage nahm
und auch das Wasser nicht in Rechnung brachte — aber das letztere
Moment könnte den Unterschied der Debitzahlen nur noch erhöhen,

indem doch kein Mensch wird behaupten wollen, dass der Hund gar noch Fleisch oder Fett ansetzte, während er nur Wasser erhielt. Aber es sollen diese Zahlen auch nur als Nachweis der Wahrscheinlichkeit dienen, die aus den V.'schen Zahlen freilich nicht vollgültig bewiesen werden kann, dass die Arbeit den Umsatz so bethätigte, dass noch drei Tage nachher sowohl der absolute, als der proportionelle Harnstoffdebit *grösser* war, als vor der Arbeit im Beginn der Hungerperiode.

Betrachten wir nun von der Grundlage der doppelten Harnstoffquelle aus die beiden Fütterungsreihen mit Arbeit, die in eine zusammenfallen, so fällt es leicht, die von Hrn. Voit so betonte, scheinbar geringe Vermehrung des Harnstoffdebits bei genügender Ernährung zu erklären.

Der Hund ist beim Beginn der Versuchsreihe, wo er täglich 1500 Grm. Fleisch enthält, etwa gleich schwer, wie beim Beginne des Hungers, hat also etwa gleichviel organisirtes Körperfleisch.

Nehmen wir ferner an, der Harnstoffdebit des dritten Hungertages sei der Normalausdruck des Umsatzes dieser Quantität Körperfleisch — mit anderen Worten, der zwischen 32 und 33 Kilo schwere Hund debitire normal zwischen 10,15 und 10,36 Grm. Harnstoff [1]).

Er debitirt aber in Folge der stickstoffreichen Nahrung 10mal mehr Harnstoff, denn das mittlere Körpergewicht während der 17 Ruhetage beträgt 32447 Grm. und der mittlere Harnstoffdebit 105,730 Grm. Harnstoff.

Geht man von der obigen Grundzahl aus, so besteht diese Menge aus zwei Factoren, aus dem durch Umsatz der Gewebe gewonnenen Harnstoff, den wir, um einen kurzen Ausdruck zu haben, den *Fleischharnstoff* nennen wollen, und aus dem durch directen Umsatz der Blutbestandtheile gewonnenen Harnstoff, den wir den *Blutharnstoff* nennen wollen.

---

[1]) Ich wiederhole hier, dass diese Zahlen unrichtig sind, dass der am dritten Hungertage debitirte Harnstoff noch immer das Resultat zweier Faktoren ist, dass also die Normalzahl des Harnstoffdebits für den Umsatz des Fleisches eines 32 Kilo schweren Hundes, aller Wahrscheinlichkeit zu Folge, geringer ist, als die angenommene Zahl, in welcher sich noch eine unbestimmbare Menge Blut-Harnstoff befindet.

Da der Hund 32,5 Kilo wiegt, so beträgt der Fleischharnstoff 10,3 Grm. — der Blutharnstoff 95,43 Grm.

Die Arbeit beschlägt *direct* nur die kleinere Quelle, diejenige, aus welcher der Fleischharnstoff stammt.

Ist es nun nicht klar, dass diese Quelle durch die Arbeit um 20, 30, 50 Procent gesteigert werden kann und dass diese Steigerung nichts desto weniger, eben der verhältnissmässigen Geringfügigkeit der Quelle wegen, in das Bereich der täglichen Schwankungen fallen kann?

Hr. Dr. Voit braucht sogar unsere Ansicht nicht im mindesten zu theilen und kann dennoch die geringe Vermehrung aus eigenen Theorieen zu erklären. Er braucht dazu nur auf die ihm zur Hälfte gehörige Erfindung des „flüssigen Fleisches" zurückzugreifen. Dies oben charakterisirte flüssige Fleisch, das aus den Nahrungsmitteln hervorgeht und mit dem Fleisch nur die Umsatzfähigkeit, nicht aber die Organisation gemein hat, dies flüssige Fleisch arbeitet ja nicht, zieht sich nicht zusammen, vollbringt keine mechanische Thätigkeit, verwendet keine Kraft — die Vermehrung des Umsatzes kann also bei Arbeit nicht dies flüssige Fleisch, sondern nur das organsirte betreffen, das auch beim Hunger einzig betroffen wird. Seine eigene Bemerkung, dass der Hund beim Hungern fast eben so viel Radumgänge geleistet hatte, als bei genügender Fütterung, hätte ihn dazu bringen müssen zu bedenken, dass auch nur das beim Hungern vorhandene Körperfleisch bei der Arbeit direkt interessirt sein könne.

Wir kommen also nothgedrungen zu dem Schlusse, dass die durch Arbeit bedingte Harnstoffvermehrung bei starker Fleischnahrung so sehr verdeckt werden kann, dass sie innerhalb der Grenzen der gewöhnlichen Schwankungen fällt.

Aber Herr Voit hat, wie wir oben sahen, in der That die Vermehrung constatirt — die Vermehrung ist grösser als im Hungerzustande, bedeutend grösser bei leerem, weniger bedeutend bei vollem Magen.

Bei vollem Magen sind die Eiweisskörper der Nahrung im Magen, bei leerem Magen sind sie im Blute.

Die Beobachtungsreihen des Hrn. Voit beweisen also, dass auch

die Harnstoffvermehrung durch Arbeit bei genügender Fütterung eine doppelte Quelle hat — den vermehrten Umsatz der arbeitenden Gewebe und den durch vermehrte Sauerstoffzufuhr vermehrten Umsatz im Blute. Wenn in der That die doppelte Quelle existirt, so muss auch die Menge des Blutharnstoffes bei vermehrter Athmung zunehmen, indem mehr Sauerstoff in das Blut eingeführt wird. Je mehr Eiweisskörper aber im Blute sind, desto bedeutender wird auch diese Vermehrung sein.

Ich bestehe nochmals darauf, dass alle diese Sätze durchaus nicht als erwiesen betrachtet werden können und dass ich mir über ihren Werth durchaus keine Illusion mache. Es bedarf zur Darstellung der Vorgänge noch hundert Mal mehr Untersuchungen, als die paar mageren Reihen, die Hr. Voit zur Unterstützung seiner ungeheuerlichen Elektricitätshypothese geliefert hat. Es bedarf zuvor, wie Hr. Voit auch selbst fühlt, der Wiederholung sämmtlicher Versuchsreihen über Fütterung mit gleichzeitiger Bestimmung der Perspirationsproducte, zu welchen Hr. V. jetzt schreiten will mittelst des Pettenkofer'schen Zugofen-Apparates. Es werden diese Versuche, man kann dies mit apodictischer Gewissheit voraussagen, den ganzen Controllrechnungen und dem wirklich frevlen Spiele, das man mit der Berechnnng und Specification der Perspiration in den B.-V.'schen Versuchen getrieben hat, eben so sicher den Hals brechen, als die paar Versuche, die Hr. V. über die Wirkung der Bewegung gemacht hat, der B.-V.'schen Kraft-Theorie den Hals gebrochen haben.

Man kann fragen, warum Versuche veröffentlicht werden, deren Ungenügen man selbst einsieht und deren mühsam errechnete und er-hypothetisirte Resultate man stets wieder selbst umstürzen muss? — Es gibt Chemiker, sagte mir einst eine Autorität in diesem Fache, welche die Abhandlung schon publiciren, wenn der Tiegel mit den Resultaten noch im Feuer steht. Der Tiegel steht wohl im Pettenkofer'schen Athem-Ofen.

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, noch eine Stelle anzuführen, womit Hr. V. die von B.-V. so gewaltig niedergeworfene Luxusconsumtion ebenfalls wieder von der Erde aufhebt. „An der Hand unserer „Ernährungsuntersuchung ist man im Stande die Wahl der Nahrungs-

„mittel für einen thätigen oder unthätigen Körper zu treffen. Man
„je nach der verlangten Leistung mehr oder weniger Eiweiss zu
„chen, so viel, dass der Körper bei der Arbeit frisch und tüchtig bl
„Den Rest der Wärme deckt man besser durch Fett und Koh
„hydrate als durch einen Ueberschuss an Fleisch. Ist der Körper
„unthätig, so ist ihm ein Theil des bei der Arbeit eingenommen
„Fleisches Luxus und darf man denselben durch Fett oder Koh
„hydrate ersetzen."

Will ich also einen Spaziergang machen, so muss ich vorher Flei
essen. Habe ich das gethan, mache aber den Spaziergang nicht, s
dern bleibe ich zu Hause auf dem Sopha liegen und mache ein
tagsschläfchen, so habe ich eine Luxusconsumtion begangen und m
zur Strafe dafür innere Arbeit leisten.

Der Herr giebt's den Seinen im Schlafe.

Schluss.

Und das Resultat dieser unserer Untersuchungen?

Wir müssen uns wohl damit begnügen, es nur als ein negatives bezeichnen zu können.

Aber auch das hat seinen Werth. Falsche Resultate, innere hohle Schlüsse, gänzlich verkehrte Folgerungen zurückgewiesen haben, kann auch für Etwas gelten, zumal wenn der ganze Wust solcher Wucht in die Hallen der Wissenschaft geschleudert worden dass die Thüren dem gewaltigen Anprall wichen.

Wir haben nachgewiesen, dass die Untersuchungsmethoden nicht fehlerfrei, die Resultate nicht unumstösslich, die Rechnungen falsch die Controllen absurd und die Folgerungen unlogisch sind.

Keiner der Sätze, die mit so vieler Wichtigkeit als höchst merkwürdige und unantastbare wissenschaftliche Wahrheiten, sogar in politischen Blättern, wie z. B. der Allgemeinen Zeitung ausposaunt wurden, hat sich als haltbar bewiesen. Die Hrn. Bischoff und Voit haben die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers nicht festgestellt — sie haben nicht bewiesen, dass der Harnstoff nur das Product des

Umsatzes des Fleisches sei — nicht bewiesen, dass Arbeit die Harnstoff-Absonderung nicht vermehre — nicht bewiesen, dass Electricität die Kraftquelle des thierischen Körpers sei.

Nur Eines glaube ich positiv nachgewiesen zu haben, nämlich das, dass überhaupt auf diesem Wege die Frage nicht beantwortet werden könne; dass andere besser begründete, länger fortgesetzte Versuche nothwendig sind, um annehmbare Schlussfolgerungen zu gestatten.

Ich bin weit entfernt, behaupten zu wollen, dass das Gegentheil von dem, was die Hrn. B. und V. statuiren, nun wirklich wahr sei — ich bescheide mich viel eher mit der völligen Unzulänglichkeit des Gegebenen und mit der Hoffnung auf Besseres und Vollständigeres. Aber so viel darf ich doch sagen, dass das Gegentheil wahrscheinlich geworden und dass man seine Bestätigung aus den zukünftigen Versuchen, wo vor allen Dingen auch die unsichtbaren Ausgaben zugleich mit den sichtbaren Einnahmen und Ausgaben direkt bestimmt werden müssen, eher hoffen darf. Erst dann wird auch die wahrhaft bewundernswerthe Arbeit, die Hr. Voit in Analysen, Mass- und Gewichtsbestimmungen geliefert hat, zu ihrer wahren Anerkennung gelangen können, während jetzt nur zu bedauern ist, dass solche Perlen in solches Messing und Tomback gefasst wurden.

Zum Schlusse aber kann ich mir das kleine Geständniss nicht versagen, dass ich einen gewaltigen Respekt vor Herkules bekommen habe. Musste ich doch mehr als einen Tag daran setzen, um nur einen kleinen Hundezwinger auszufegen!

Genf, im December 1860.

XXV.

Das Epithelium der Darmzotten in verschiedenen Resorptionszuständen.

Von

Dr. Coloman Balogh,

Assistenten am physiologischen Institute der Pesther Universität.

Nachdem Henle (Allgemeine Anatomie pag. 239) einerseits, dann Gruby und Delafond (Comptes rendus de l'Acad. 1843) andererseits entdeckten, dass über der Basalfläche der Epithelialzellen der Dünndarmzotten eine homogene Schicht liege, wurde dieser Befund erst später durch Kölliker (Mikroskopische Anatomie, II. 2. Hälfte, pag. 166), Donders (Nederl. Lancet, 3. serie, II. pag. 548) und Brücke (Denkschriften der k. Akademie VI. Bd. pag. 101 ff.) gewürdigt. Ihre Deutung war verschieden. Kölliker meinte, dass dieselbe der Zwischenraum sei, welcher in Folge einer Endosmose durch die Trennung und Entfernung der Basalwand von dem Zellen-Inhalt entstehe. Donders hielt sie für die verdickte Zellenhülle, und Brücke, der er die Gegenwart einer verdickten Membran an der resorbirenden Fläche der Darm-Epithelialzellen von physiologischem Standpunkte ausgehend läugnete, war der Meinung, dass die erwähnten Zellen an ihrer Grundfläche einer Zellenwand entbehren und die homogene Schicht der hervorausragende Theil des aufgequollenen schleimigen Zellen-Inhaltes sei.

Bald nach diesen Mittheilungen nahmen Funke (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie VII. Bd. 1855, pag. 322) und Kölliker (Verhandlungen der Würzburger phys. med. Gesellschaft VI. und VII. Bd.) gleichzeitig und von einander unabhängig wahr, dass jene homogene Basalschicht fein und dicht mit der Längsachse der Zellen parallel gestreift sei. Funke enthielt sich vorläufig einer Deutung dieser Strei-

fung, während nach Kölliker die Streifen für den optischen Ausdruck von feinen Kanälchen anzusehen wären, welche die verdickte Zellenwand durchziehen. Donders (Untersuch. z. Naturl. d. Men. u. d. Th. II. Bd. pag. 102) schloss sich dieser Deutung an, während Moleschott (Unters. z. Naturl. d. Men. u. d. Thiere Bd. II.) der Brücke'schen Anschauung sich hinneigte. Nach solchen Präcedentien machten Brettauer und Steinach, Brücke's Schüler, diesen Gegenstand zu ihren Studien und die Resultate ihrer Untersuchungen veröffentlichten sie unter dem Titel: Untersuchungen über das Cylinderepithelium der Darmzotten und seine Beziehung zur Fettresorption (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften 1857 Bd. XXIII. pag. 303, diese Untersuchungen Bd. III. S. 173). Nach ihnen wird die Basalschicht der Zottenepithelialzellen aus feinen Stäbchen zusammengesetzt, die pallisadenartig knapp neben einander gelagert und die Streifen als die Berührungslinien von je zwei solcher Stäbchen anzusehen sind. Sie nahmen ferner wahr, dass jene Basalschicht mit dem Zellen-Inhalt fester zusammenhänge als mit der Zellenhülle, indem nach Maceration von Darmzotten in phosphorsaurem Natron Präparate gewonnen werden können, in denen neben inhaltlosen Zellenhüllen der ausgetretene Zellen-Inhalt an der Basis mit der homogenen Schicht, deren Stäbchen bürstenförmig von einander abstehen, zu sehen ist Dann machten sie noch die Beobachtung, dass die Streifung der Basalschicht nicht bis zu dem fein granulirten Zellen-Inhalte reiche, sondern von diesem durch eine feine, stark lichtbrechende Zone (Fig. 12—13. b.) getrennt sei. Endlich bemerkten sie, dass die Basalschicht eine wechselnde Dicke habe und sagten, dass der Dickenwechsel mit der Fettresorption in Beziehung gebracht werden könne, indem sie sahen, dass die Basalschicht während der Fettresorption dünner, bei hungernden Thieren aber dicker erscheine.

Beiläufig zu dieser Zeit, in welcher Brettauer und Steinach ihre Untersuchungen mittheilten, veröffentlichte auch Wittich (Beiträge zur Frage der Fettresorption, Archiv für pathol. Anat. etc. Bd. XI. pag. 37) seine diesen Gegenstand betreffenden Erfahrungen und nicht nur, dass er keine Streifungen an der Basalschicht erwähnt, sondern er behauptet sogar, dass nicht einmal die Basalschichten je zweier

neben einander stehenden Zellen von einander getrennt erscheinen, indem jene von mehreren Epithelialzellen ein zusammenstehendes Ganze, also ein membranöses Gebilde darstellen. Auf diese Annahme sich stützend, behauptet er, dass die Basalschicht nicht zur histologischen Structur der Epithelialzellen der Darmzotten gehöre, sondern eine Leichen-Erscheinung darstelle. Ferner meint er, dass die besprochenen Epithelialzellen an ihrer Basis offen seien.

Heidenhain (die Absorptionswege des Fettes. 1. Darmepithelium. Untersuchungen z. Naturl. d. Men. u. d. Th. IV. Bd. 1858) schliesst sich bezüglich der Structur der Basalschicht und des nähern Zusammenhanges der letztern mit dem Zellen-Inhalte der Ansicht von Brettauer und Steinach an, während O. Funke (Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl. 1858, 3. Aufl. 1860) zu Köllikers Meinung tritt und zur Kräftigung des Vorhandenseins von Kanälen in der Basalschicht führt er *per analogiam* die Beobachtungen von J. Müller (Archiv 1854. pag. 185) Leuckart (Verh. d. Würzb. phys. med. Ges. VII. Bd. 193) und Kölliker (Untersuchungen zur vergleich. Gewebelehre pag. 37) über die Porenkanälchen auf. J. Müller beobachtete solche in der Eihülle der Fische, Leuckart in den Epidermisschuppen des Ammocoetes, und Kölliker bei den verschiedensten Thieren und zwar so in den Epithelialzellen des Darmes wie in den verschiedensten Organen.

Lambl (Prager Vierteljahrsschrift für die praktische Heilkunde, 61. Bd. 11. pag. 1859, dann Wiener medicinische Wochenschrift 1859 389. Spalte etc.) läugnet gänzlich die Streifung der Basalschicht und zum Beweise seiner Auffassung führt er noch die gleichen Beobachtungen von Vlacovich aus Padova und von Amici aus Florenz auf. Ferner behauptet er, dass die Basalschicht nur ein Saum sei, welcher an die Basalkanten der Epithelialzellen befestigt zur Bildung eines ober der Zellenzahl gelagerten gegen die Darmhöhle zu offenen Napfes beiträgt.

Ausser den aufgezählten, haben in dieser Richtung meines Wissens noch Welcker (Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. VIII. 239) und Friedreich (Archiv für pathol. Anat. XV. Bd. 535. pag. Einiges über die Structur des Cylinder- und Flimmer-Epitheliums)

gearbeitet, und der letztere fand, dass die Streifen der Basalschicht der Darmepithelialzellen continuirlich durch den Zellen-Inhalt bis zu dem spitzen Ende derselben fortgesetzt zu werden scheinen.

Beinahe vor zwei Jahren begann ich die fragliche feinere Structur der Epithelialzellen der Darmzotten in Folge einer Aufforderung meines hochgeehrten Lehrers, J. N. Czermák, zu studiren. Die benutzten Thiere, Kaninchen, wurden auch anderweitig verwendet, und so konnte ich kein reines Resultat erzielen. So viel glaubte ich aber behaupten zu können, dass die Basalschicht aus pallisadenartig neben einander gestellten Stäbchen bestehe, welche bürstenförmig von einander abstehen können; ich nahm auch den Dickenwechsel der Basalschicht wahr, bezüglich der Factoren dieser Veränderungen konnte ich aber für Brettauer und Steinach nicht mitstimmen, indem ich ihnen entgegengesetzt öfters beobachtete, dass während der Fettresorption die Basalschicht dick und gestreift, und zur Zeit des Hungerns ungestreift und ganz dünn sei. Ueber diesen Befund, dessen Bedeutung ich damals noch nicht ahnte, berichtete J. N. Czermák (Kleine Mittheilungen etc. Sitzungsberichte der Wiener Akademie d. Wissensch. XXXV. Bd. 1859. 419. pag. und in dem vorliegenden Bande dieser Untersuchungen). Seit dieser Zeit beschäftigte ich mich nicht mit diesem Gegenstand bis zum Monat November des vergangenen Jahres, wann ich von den folgenden Ausgangspunkten ausschreitend eine Reihe von Untersuchungen anstellte.

Diejenigen, welche über diesen Gegenstand vor mir oder mit mir zu gleicher Zeit arbeiteten, untersuchten theils von frischen Objecten, theils von Leichnamen genommene Präparate. Den letzteren werde ich meine Aufmerksamkeit weiter unten zuwenden, und die ersteren betreffend muss ich bemerken, dass sie die gefütterten Thiere beinahe immer zu einer Zeit, d. h. 6—7 Stunden nach der Fütterung tödteten, während sie das Trinken dem blossen Willen der hungernden Thiere überliessen.

Ich untersuchte das Epithelium der Darmzotten in den verschiedensten Zuständen der Resorption und liess die hungernden Thiere entweder vollständig dursten oder brachte das Wasser durch Einspritzung in ihre Darmhöhle, indem ich beobachtete, dass hungernde Kaninchen, welche ich benutzte, dasselbe kaum berühren. Ferner

bewirkte ich, dass entweder blosse Speisen oder blosses Getränk genommen ward, oder wenn die beiden gegeben wurden, dass i Aufnahme gesondert in verschiedenen Zeiten geschah.

Die Thiere, an welchen ich meine Untersuchungen vollfü waren, wie schon erwähnt, Kaninchen, und die Einspritzung der F sigkeiten in ihre Darmhöhle wurde entweder durch den *Oesoph* vollbracht, oder geschah dieselbe direct in den Dünndarm. In den Fällen war das Thier zweckmässig auf dem Rücken gela Wenn ich die Speiseröhre benutzte, brachte ich in sie einen Kautsch schlauch, in welchen das Endröhrchen einer messingenen Spritze 9 Ccm. Inhalt hineinpasste. Die Einspritzung geschah rasch, da die Respiration durch den in der Speiseröhre befindlichen Kautsch schlauch nicht gefährdet werde. Die eingespritzte Flüssigkeit w zwischen 36—38 ° C. temperirt. Nach der Einspritzung wurde d Thier in einen grossen, oben offenen Verschlag gegeben, welcher s in einem geräumigen, gut gelüfteten Zimmer befand, dessen Tempe tur zwischen 10—15 ° C. schwankte.

Bei der directen Einspritzung in den Dünndarm machte ich a der *Linea alba* einen durch die ganze Dicke der Bauchwand gehe den Längsschnitt von 3 Cm. Länge und zog durch diese Wunde ein Stück des *Jejunums* heraus. In das *Jejunum* machte ich nur einen so gro sen Schnitt, dass ich durch diesen das Endröhrchen der Spritze, w ches 5 Mill. im Durchmesser hatte, hineinführen konnte. Das E röhrchen war conusförmig und das über dasselbe gezogene Darmst wurde durch einen sanften Druck fixirt. Die Einspritzung geschi so gegen den Magen, wie gegen den Mastdarm zu. Die Ränder d Darmwunde wurden durch Knopfnähte sorgfältig vereinigt. Bei d ser Vereinigung waren die Peritonealtheile einander zugewendet. Nach her reponirte ich den Dünndarm und schloss die Wunde der Bauch wand ebenfalls mittelst Knopfnähte. Die Nachbehandlung war die selbe, als bei der Benutzung des *Oesophagus* beschrieben wurde. Die Thiere fühlten sich ziemlich wohl, und bei dem bis 24 Stunden am Le ben gebliebenen vernarbte die Hautwunde in solchem Grade, dass zu Wiedereröffnung derselben das Messer angewendet werden musste. Die Vernarbung der Muskeln war nicht soweit vorgeschritten. Die

Ränder der Darmwände waren ziemlich fest verklebt und in ihrer Umgebung zeigte sich nur eine schwache Blutinjection.

Nachdem ich mich überzeugte, dass die Wirkungen im Wesen übereinstimmen, wenn ich den einen oder den andern Ort zur Einspritzung wähle und nur in der Intensität eine Verschiedenheit wahrnehmbar sei, je nachdem die Speiseröhre oder der Dünndarm gewählt wurde, benutzte ich mit Ausnahme von drei Fällen immer den *Oesophagus*.

Die Präparate von Darmzotten nahm ich Anfangs von lebenden Thieren, nachdem ich aber mich davon überzeugte, dass die Eigenschaften der Epithelialzellen augenscheinlich noch nicht alterirt werden, wenn von dem Tode bis zur Untersuchung etwa zwei Stunden verstreichen, tödtete ich die Thiere, damit sie von den Schmerzen verschont bleiben sollten, durch einen Stich in die *medulla oblongata*.

Die mikroskopischen Präparate, wo es besonders nicht erwähnt ist, wurden bloss in der Darmflüssigkeit untersucht.

Meine Untersuchungen beschränken sich auf 22 Kaninchen, welche noch jung und so ziemlich von gleichem Alter waren. Die Befunde sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Laufende Zahl	Der Ort der Einspritzung	Die eingespritzte Flüssigkeit	Die Nahrungsverhältnisse	Die Chylus-Gefässe	Der Habitus der Epithelialzellen der Darmzotten	Die Basalschicht der Epithelialzellen, deren Dicke in Mill.	Der Basalsaum der Zellenhülle des Zotten-Epitheliums	Die Zahl der Figuren	Die Zeit, welche von der Speise- oder Getränkeaufnahme bis zur Untersuchung verfloss.	Anmerkung
1	Oesophagus	18 Grm. destillirtes Wasser	ohne Speisen geblieben	leer	die Epithelialzellen waren blass, durchscheinend u. scharf contourirt; ihr Inhalt war feinkörnig, und der Kern unsichtbar	die Basalschicht ohne Streifung, 0,0017 Millim. dick	der Basalsaum der Zellenhülle befand sich an der Grenze zwischen der Basalschicht und dem körnigen Zelleninhalte	7	6 Stunden	das Thier hungerte vor der Wasser-Einspritzung 24 Stunden hindurch
2	—	—	mit Hafer, Milchsemmel und Wasser reichlich versehen	in geringem Grade weiss	die Epithelialzellen dunkler schattirt; die Zellencontouren verwaschen; der Zelleninhalt mit feinen Fettkörnern gefüllt; der Zellenkern unsichtbar	fein gestreift 0,0040 Millim. dick	wie bei Nr. 1	1	24 Stunden	
3	—	—	mit Hafer, Milchsemmel, kein Wasser	wie bei 2	die dunkel schattirten Epithelialzellen undeutlich contourirt; mit feinen Fettkörnern ganz gefüllt; der Zellenkern unsichtbar.	fein gestreift 0,0047 Millim. dick	wie bei Nr. 1	—	24 Stunden	

4	Oesophagus	—	hat bloss Wasser bekommen.	leer	die dunklen Epithelialzellen scharf contourirt; Fetttröpfchen fehlten; der Zellenkern unsichtbar	die Streifung kaum wahrnehmbar; 0,0052 Millim. dick	wie bei Nr. 1	—	24 Stunden	das Thier berührte das gereichte Wasser nicht
5	—	—	ohne Wasser und Getränk gelassen	leer	wie bei Nr. 4	die Streifung undeutlich, die Basalschicht 0,0052 Millm. dick	wie bei Nr. 1	—	24 Stunden	
6	—	—	wie bei Nr. 5	leer	die scharf contourirten Zellen dunkel schattirt; der Zelleninhalt feinkörnig; der Zellenkern deutlich sichtbar	keine Spur einer Streifung; die Basalschicht 0,0052 Millim. dick	wie bei Nr. 1	3	24 Stunden	
7	—	15 Grm Schweineschmalz	mit Speisen reichlich versehen; Wasser nicht gereicht	durch eine weissliche Flüssigkeit prall angefüllt	die Darmzotte erschien als ein Aggregat von ganz feinen Fettkörnchen	an mehreren Oertern nicht wahrnehmbar, an andern als sehr dünn erscheinend; an mehreren hatte sie eine ziemliche Dicke; sie war fein und scharf gestreift	unsichtbar	4 5 6	6 Stunden	das Thier berührte die dargereichten Speisen nicht

Laufende Zahl	Der Ort der Einspritzung	Die eingespritzte Flüssigkeit	Die Nahrungs-Verhältnisse	Die Chylus-Gefässe	Der Habitus der Epithelialzellen der Darmzotten	Die Basalschicht der Epithelialzellen, die Dicke der ersteren in Mill.	Der Basalsaum der Zellenhülle der Epitheliums	Die Zahl der Figuren	Die Zeit, welche von der Speise- oder Getränkeaufnahme bis zur Untersuchung verfloss.	Anmerkung
8	Oesophagus	18 Grm. destillirtes Wasser	nach der Einspritzung gehungert	leer	die Epithelialzellen hell durchscheinend, ihre Contouren undeutlich; der Zellenkern unsichtbar	die Basalschicht unsichtbar	der Basalsaum der Zellenhülle das Zottenepithelium als eine glänzende Zone umgebend, die Dicke des Basalsaumes betrug 0,0005 Millim.	2	$2_{,5}$ Stunden	
9	Oesophagus	18 Grm. destillirtes Wasser	wie bei Nr. 8	leer	die dunkel schattirten Epithelialzellen hatten sehr undeutliche Contouren; der Zellenkern war unsichtbar	fein gestreift 0,005 Millim. dick	der Basalsaum an der Grenze der Basalschicht und des körnigen Zelleninhaltes	8	6 Stunden	vor der Wassereinspritzung genoss das Thier reichliche Speisemengen
10	Dünndarm	wie bei 9	wie bei Nr. 9	leer	die Zellen ganz durchsichtig und ihre Contouren ganz verwaschen; der Zellenkern unsichtbar	unsichtbar	die Darmzotte als eine glänzende Zone umgebend; 0,0005 Mill. dick		3 Stunden	
11 und 12	Dünndarm	wie bei 9	wie bei Nr. 9	leer	hell, durchscheinend, die Zellen-Conturen undeutlich; der Zellen-	nicht gestreift 0,0033 Millim. dick	an der Grenze zwischen der Basalschicht u. d. körnigen Zelleninhalte	9	24 Stunden	

13	Oesophagus	15 Grm. Schweineschmalz	Es wurden weder Speisen noch Getränke gereicht.	in vollstem Resorptionszustande	die Zellen mit Fetttröpfchen gefüllt; ihre Contouren unsichtbar so auch der Zellenkern nicht wahrnehmbar	wie	bei Nr. 7	—	6 Stunden	die Fetteinspritzung geschah nach 48stündigem Hungern
14 und 15	Oesophagus	15 Grm. Schweineschmalz und 3 Stunden darauf 18 Grm. Wasser	wie bei Nr. 13	wie bei Nr. 13	der Zelleninhalt mit Fetttröpfchen reichlich versehen, deren Contouren verwaschen waren; die Zellencontouren undeutlich; der Zellenkern unsichtbar	die Basalschicht durch die über sie geschwollene Zellenhülle nur undeutlich sichtbar	der Basalsaum befand sich ober der Basalschicht und umgab die Darmzotte als eine glänzende Zone	10	4 Stunden nach der Wasserinjection getödtet	
16	—		gehungert und gedurstet	wie	bei	Nr.	5			
17 18 und 19	Oesophagus	20 Grm. 3% Gr. Kochsalzlösung	weder Speisen noch Getränke gereicht	bei 17 weisslich bei 18 und 19 ganz leer	die Zellencontouren deutlich; der Zellenkern unsichtbar, der Zelleninhalt verwaschen	die Basalschicht wie bei 14 und 15 sichtbar	der Basalsaum der Zellenhülle wie bei 14 und 15	11	2 Stunden	bei 17 geschah die Einspritzung nach reichlicher Speiseaufnahme, bei 18 und 19 nach 24stündigem Hungern
20	Oesophagus	wie bei Nr. 17.	wie bei Nr. 17	in voller Fettresorption	wie	bei	Nr. 14	—	1 Stunde	4 Stunden v. d. Wassereinspritzung Fett injicirt
21	wie	bei	17	wie	bei	Nr. 5		—	24 Stunden	
22	—	—	gehungert und gedurstet	wie	bei	Nr. 6		—	48 Stunden	

Der unter 5 und 16 aufgeführte Befund wurde bei Thieren b obachtet, welche durch 24 Stunden hungerten und dursteten und a diesen ist noch die Phänomenreihe von Nr. 4 zu zählen, da dies Thier keine Speisen bekam, und von dem dargereichten Wasser l dasselbe wahrnehmbar nichts gezehrt. Die Kaninchen von Nr. 6 u 22 dienten erst nach 48stündigem Hungern und Dursten als Un suchungsobjecte.

Bei jedem der aufgeführten 5 Befunde war die Basalschicht d Epithelialzellen der Darmzotten bedeutend dick, indem sie 0,0052 m ferner glichen alle einander in der dunklen Schattirung und den sch ausgeprägten Contouren derselben Zellen; endlich war der Basalsau (Fig. 3 b) der Zellenhülle immer dort sichtbar, wo die Streifen d Basalschicht aufhörten oder aufgehört haben würden. In diesen gemei schaftlichen Eigenschaften übereinstimmend, wichen sie in den fo genden von einander ab. Bei den Nummern 4, 5, 15 war die Basa schicht zwar undeutlich, aber doch wahrnehmbar gestreift, wä rend bei den Zahlen 6 und 22 nicht einmal die Spur einer Streifu vorhanden war. In den beiden letzteren Fällen waren auch die Ze lenkerne (3 Fig d.) deutlich contourirt sichtbar, während sie in de vorerst erwähnten Fällen nicht wahrgenommen werden konnten. Un die Thatsache, dass die *Streifen der Basalschicht* während des Hu gerns erst undeutlich werden (Nr. 4, 5, 16), später aber gänzli schwinden (Nr. 6, 22), und wenn sie einmal verschwunden sind, dur Fettaufnahme wieder erscheinen (Nr. 13), deute ich dahin, dass d*selben nicht präformirt seien,* möge man sie nun entweder als optische Ausdruck von feinen Kanälchen (Kölliker, Funke) oder als d Berührungslinien von kleinen Stäbchen (Brettauer und Steina Heidenhain) betrachten. Auf den Einwurf, dass die Unsichtbar keit der Streifen nach längerem Hungern davon herrühren könn dass die einzelnen Stäbchen inniger gegen einander sich drücken kann ich entgegnen, dass die Basalschicht von isolirten Epithelialzelle auch dann homogen blieb und keine Zusammensetzung von Stäbchen zeigte, wenn die Darmzotten von hungernden Thieren nach Brett auer und Steinach's Angabe längere Zeit hindurch in 5%iger phosphorsaurer Natronlösung macerirt und die von solchen Objecten

verfertigten Präparate unter dem Deckglas gedrückt wurden, in einem solchen Fall dehnte sich die Basalschicht aus (Fig. 12 a) ohne eine Neigung zum Zerfallen zu zeigen.

Die Kaninchen von Nr. 2 und 3 genossen reichlich von den ihnen dargereichten Speisen, und obwohl das letztere kein Wasser bekam, kann es mit dem ersteren füglich in einer Reihe erwähnt werden, da die Darmzotten und deren Elemente in den beiden Fällen nicht wesentlich von einander unterschieden waren. Die Basalschicht (Fig. 1 a) war fein und sehr auffallend gestreift, und in dem Innern der Epithelialzellen konnte man sehr feine Fetttröpfchen (Fig. 1 c) in überaus grosser Menge wahrnehmen. An frischen Objecten war der Zellenkern nicht sichtbar, derselbe trat aber sehr deutlich hervor, wenn die Darmzotten in 5%ger phosphorsaurer Natronlösung gelegen hatten. In der Fig. 12 unter *B* ist eine, nach solcher Präparation gewonnene Epithelialzelle abgezeichnet, dieselbe zeigt das bürstenförmige Zerfallen seiner Basalschicht in Stäbchen sehr deutlich. Ferner war die Streifung bei den Nummern 7 und 13 schön deutlich sichtbar. Bei beiden diesen Thiere wurde eine Fettinjection vorgenommen und zwar bei Nr. 7 nach der gewöhnlichen Kaninchenfütterung (mit Hafer, Heu), bei Nr. 13 aber nach 48stündigem Hungern; das Endresultat war in beiden Fällen dasselbe, was bezeigt, dass die Fettresorption nicht an die Streifen, oder besser gesagt nicht an das Vorhandensein von Kanälchen oder Grenzlinien von feinen Stäbchen gebunden ist, sondern entgegengesetzt, die Bildung der Streifung der Basalschicht ist mit der Fettresorption eng verbunden. Die Befunde von Nr. 6 und 22 zeigen es, dass die Basalschicht nach 48stündigem Hungern ganz homogen wird, und da in dem Falle Nr. 13 obwohl die Fetteinspritzung bei einem vorher 48 Stunden hindurch hungernden Thier vorgenommen wurde, dennoch eine besonders deutlich markirte, sehr feine Streifung bemerkbar wurde, ist man darauf hingewiesen die Streifenbildung mit der Fettaufnahme in die innigste Beziehung zu bringen, da das Thier zu einem anderen aufsaugbaren Stoffe nicht gelangen konnte. Mit Fett vollkommen gefüllte Zellenaggregate sind in den Figuren 4, 5, 6, zu beobachten, wo die Zellencontouren vollständig unsichtbar sind und die Basalschicht ist von deutlichen Streifen durchsetzt. Wenn man solche

Zotten in 5%ger phosphorsaurer Natronlösung durch 6 Stunden m cerirt hat (neben der Temperatur von 20° C.) können sich Epithelia zellen, wie in der Figur 13 abgebildet sind, dem Anblicke darbieten In Moleschott's starker Essigsäuremischung (1 Volum Alkohol, 1 Vo Essigsäure, 2 Vol. Wasser) verlieren die Epithelialzellen an Volu wie das jene in der Fig. 15 zeigen, wo aber der Zellenkern deutli hervortritt. Die Objecte, welche die Figuren 13 und 15 zeigen, st diejenigen von 4, 5, 6 sind von demselben Thiere genommen, und d in letzteren wahrnehmbaren Streifen entsprechend kann man in d Fig. 13, 15 den Zerfall der Basalschicht in Stäbchen beobachten.

Dass die Aufsaugung des Wassers und der Wasserlösungen kei Streifenbildung hervorbringt, zeigen die Befunde unter den Nummern 1, 11, 12 und 21. Dem Thiere von Nr. 1, 11 und 12 wurde blos Wasser injicirt, während demjenigen von Nr. 21 eine 3%ge Koch salzlösung eingespritzt wurde. Das Thier von Nr. 1 hungerte vor der Wassereinspritzung 24 Stunden hindurch, nach welcher Zeit ich mit Wahr scheinlichkeit annehmen konnte, dass die Streifung der Basalschicht ver schwand, und nach der Wasserinjection tödtete ich dasselbe in der 6. Stunde also in der Zeit, in welcher nach Fettinjection die Streifung der Basal schicht erscheint. Zu der Nr. 1 gehört die Figur 7 wo der Basalsaum ge streift ist. Die Kaninchen von den Nummern 11, 12 und 21 lebten nach der Einspritzung noch 24 Stunden, während welcher Zeit sie weder assen noch tranken. Wenn so viel Fett injicirt wird, als sie Wasser bekamen, ist die Strei fung zu der erwähnten Zeit noch nicht so ganz spurlos verschwunden wie das bei ihnen der Fall war. Zu der Nummer 11 gehört Fig. 9.

Das Wasser hindert aber nicht die Streifenbildung der Basal schicht, wie das aus dem Befund Nr. 9 zu ersehen ist. Das Thier genoss Nahrungsmittel, welche Fett in reichlicher Menge enthielten und die Wasserinjection geschah unmittelbar nach der Speiseaufnahme. Die Tödtung erfolgte in der sechsten Stunde nach der Wassereinsprit zung und der Speiseaufnahme, also zu der Zeit, in welcher man hoffen durfte, die Basalschicht deutlich gestreift zu sehen. Ich wurde in mei ner Erwartung nicht getäuscht, wie das aus der Fig. 8 ersichtlich ist.

Nach dem Gesagten muss ich das Wasser, möge dasselbe rein sein oder lösliche Substanzen enthalten, als neutral bei der Entstehung

der Streifen ansehen, und dieselben bloss aus der Fettresorption erklären. Bevor ich aber den Versuch mache, meine Idee hierüber zu entwickeln, möge es erlaubt sein, das Verhältniss, in welchem die Basalschicht zu der Epithelial-Darmzelle steht, zu berühren.

Die Epithelialzellen des Dünndarms sind, wie bekannt, conusförmig. Ihre Basis ist gegen die Darmhöhle zu gerichtet, während ihre Spitze in die Darmschleimhaut vertieft ist. In den Figuren 12 B., 13, 14 und 15 sind mehrere von ihnen abgebildet. Ihr spitzes Ende läuft in eine längliche dünne Röhre aus, welche sich dendritisch mehrfach verzweigt (Fig. 14—15), und diese Zweige stehen mit den Bindegewebskörperchen der Darmzotten in Verbindung (Heidenhain), die Basis der Epithelialzellen wird durch die bald homogene, bald gestreifte Basalschicht gebildet, welche derjenige Theil des Zelleninhaltes ist, der durch eine gegen die Basis zu offene Zellenhülle herausragt; dass die Basalschicht mit dem Zelleninhalte zusammenhänge, wurde theils durch Brettauer und Steinach, theils aber durch Heidenhain beobachtet, und ich hatte von der Wahrheit dieser Beobachtungen durch Autopsie mich überzeugt.

Es geschieht, dass die Basalschicht von dem Zelleninhalte sich trennt, wie dieses in der Fig. 14 zu sehen ist, in welcher der Zelleninhalt, sammt dem Kern, noch im Innern der Zelle sich befindet. Das Präparat wurde von einer Darmzotte genommen, welche durch 6 Stunden in 5%ger phosphorsaurer Natronlösung gelegen ist. Der bei Fig. 14. a sichtbare, dünne Saum ist stark glänzend, 0,005 Mill. breit und umgiebt die Basalkanten der Zellenhülle, mit welcher derselbe innig zusammenhängt auch dann, wenn der Zelleninhalt den Innenraum der Epithelialzelle verlässt (Fig. 16 A). Nach dem Gesagten ist also die helle Zone, welche öfters zwischen der Basalschicht und dem körnigen Inhalte zu sehen ist, weder mit dem einen noch mit dem andern von ihnen verbunden, sondern gehört der Zellenhülle an.

Jetzt betrachte ich den höchst wahrscheinlichen Vorgang der Streifenbildung der Basalschicht.

Bei der Fettresorption müssen die folgenden Factoren als wesentlich eingreifend betrachtet werden:

1) Die in dem Höhlensysteme der Darmzotten befindliche Säfte-

masse steht zeitweilig unter einem geringeren Drucke als der Dünndarm-Inhalt.

2) Zwischen der Substanz der Basalschicht und des Inhaltes der Darmepithelialzellen ist eine physikalische Affinität vorhanden.

Der Bedingung unter 1 wird einerseits durch die Muskulatur der Darmzotten und anderseits durch die Muskeln der Darmwandung genug gethan. Es wird nämlich durch die Zusammenziehung der betreffenden Muskeln unter andern auch aus dem Lymphcanalsystem der Darmzotten die darin befindliche Säftemasse ausgepresst. In dem nächstfolgenden Augenblick hört die Muskelcontraction, und der dadurch bewirkte Druck auf, wodurch die Spannung der Flüssigkeiten in dem erwähnten Lymphkanalsysteme und so auch in den Hohlnetze der Bindegewebskörperchen, die mit ihnen höchst wahrscheinlich zusammenöffnen, beinahe bis zu 0 herabsinkt. Das so entleerte Röhrensystem kann von den grösseren Chylusgefässen her wegen der Richtung der Lymphgefässklappen nicht ausgefüllt werden, dieses ist auch von dem Zottenparenchym her nicht möglich, indem dasselbe mit dem Röhrennetze gleichzeitig entleert wurde und so bleibt nur der Darmhöhleninhalt übrig, welcher in der That unter einem grösseren Drucke steht als die Säftemasse der Darmzotten. In der Darmhöhle nämlich sind Gase in reichlicher Menge vorhanden, welche durch die Muskelcontractionen während dem *motus peristalticus* comprimirt werden, und so wird der über dem Darmhöhleninhalt lastende Druck erhöht, wonach derselbe in eine grössere Spannung geräth, welcher Umstand die Differenz zwischen der Spannung des Darminhaltes und der Zottenflüssigkeit noch steigert, und diese Spannungsdifferenz zeichnet den Weg der aufsaugenden Flüssigkeit von der Darmhöhle zu dem Röhrensysteme der Darmzotten vor.

Die zur Aufsaugung geeigneten Flüssigkeiten der Darmhöhle müssen in zwei grossen Gruppen gesondert betrachtet werden. Zu der einen gehören die Wasserlösungen und zu der andern die Fette. Zwischen den Stoffen der beiden Gruppen ist ein physikalischer Gegensatz vorhanden, da sie sich mit einander nicht mischen, wonach ihre Aufsaugung auf einem und demselben Weg zu gleicher Zeit nicht möglich ist. So wird man gezwungen schon *a priori* zwei besondere

Wege für die Stoffe beider Gruppen anzunehmen. Und wenn ich annehme, dass zwischen den Fetten einerseits, dann zwischen der Basalschicht und dem Inhalte der Epithelialzellen anderseits eine physikalische Affinität vorhanden sei, so bezeichnete ich bereits den Weg, den die Fette bei ihrer Resorption durch die Darmzotten verfolgen, und damit schloss ich gleichzeitig die Möglichkeit aus, dass die Wasserlösungen dieselbe Bahn einschlagen können. Davon, dass der Resorptionsweg für die Fette durch die Basalschicht und den Zelleninhalt gehe, kann man sich, wann immer, ziemlich leicht überzeugen, was für die vorangegangene Theorie die Grunderscheinung bietet.

Die Fette werden in sehr fein vertheiltem Zustande resorbirt, und da der alkalisch reagirende Darminhalt Albumin immer enthält, möge dasselbe von den Speisen oder von den Darmsecreten herrühren, wird man nicht irren, wenn man annimmt, dass die Fetttröpfchen schon im Beginne ihrer Aufsaugung mit einer Haptogenmembran umhüllt sind, und die Resorption solcher kugelförmigen Bläschen kann ich nur in der folgenden Weise auffassen. Die Fetttröpfchen bewegen sich von der Darmhöhle, wo sie einem bedeutenderen Drucke ausgesetzt sind an die Stelle des geringeren Druckes, nämlich in das Lymphkanalsystem der Darmzotten, da dieser Weg in Folge der physikalischen Affinität zwischen den Fetten und dem Zelleninhalte möglich ist. Die Bahn, entlang welcher die Fetttröpfchen den Zelleninhalt durchsetzen kann auf die Zellenbasis nur senkrecht, also mit der Längsaxe der conischen Epithelialzellen parallel sein, ein Seitenweg ist nicht möglich, da in dieser Richtung die Nichtzusammendrückbarkeit der Nachbarfetttröpfchen überwunden werden müsste, und der hiezu nöthige Kraftaufwand wird von keiner Quelle gegeben. Die Wege, welche so die durchdringenden Fetttröpfchen anbahnen sind an der Basalschicht als feine Streifen bemerkbar, welche in diesem Zustande nichts anderes als feine Kanälchen sein können. Friedreich sah diese Streifen bis zu dem spitzen Ende der Epithelialzellen durch den feinkörnigen Inhalt derselben sich fortsetzen und obschon mir nicht gegönnt war, dieselbe Beobachtung zu machen, musste ich von theoretischem Standpunkte aus seine Beobachtung als wahr ansehen; dass die Streifung des Zelleninhaltes gewöhnlich nicht gesehen wird, kann durch die wenig durchscheinende Zellenhülle, die auch den Zellen-

kern nicht durchscheinen lässt, verursacht werden. Den besprochenen Kanälchen entsprechend kann die Zerspaltung der Basalschicht in Stäbchen vor sich gehen, wozu manchmal (etwa in der sechsten Stunde der Fettresorption) schon die blosse Isolation der Epithelialzellen genügt. Wenn die Kanälchen einmal gebildet sind, dann haben die nächstfolgenden Fetttröpfchen einen bereits angebahnten Weg, welcher immer um so mehr schwindet, je weiter die Zeit von der nächst vorangegangenen Fettresorption entfernt ist, und dem Deutlichkeitsgrade der Streifen entsprechend sind die Brettauer-Steinach'schen Stäbchen der Basalschicht mehr weniger leicht darzustellen.

Die Entfernung zwischen je zwei Streifen der Basalschicht wird durch die Grösse der eindringenden Nachbarfetttröpfchen gegeben, diese nämlich dringen mit demjenigen Punkte ein, zu welchen die Basalfläche der Epithelialzelle als eine Tangente sich verhält, und die Entfernung dieser Tangentialpunkte von je zwei benachbarten Fetttröpfchen sind, wenn die letzteren einander berühren, der Summe ihrer Radien gleich gross. Diese Entfernungen behalten die genannten Streifen während ihrem ganzen Verlaufe, da ein seitliches Ausweichen der Fetttröpfchen, wie schon bemerkt wurde, unmöglich ist.

Wenn die Epithelialzellen der Darmzotten in vollem Resorptionszustande untersucht werden, ist die Basalschicht in verschiedener Dicke durch die Fetttröpfchen (Fig. 4—6) eingenommen, und so ist ein verschieden dicker Theil derselben zu beobachten. In Fig. 4 ist nur eine sehr dünne Zone der Basalschicht wahrnehmbar, diese Zone wird gegen die Schleimhaut zu durch eine unregelmässige Grenze, welche der Anfangsreihe der Fetttröpfchen entspricht, abgeschnitten. In Fig. 5 ist an Nachbartheilen zu beobachten, dass an einer Stelle die ganze Basalschicht von Fetttröpfchen frei blieb, während sie an andern von ihnen beinahe ganz oder in mehr weniger starker Dicke eingenommen wird; in Fig. 6 ist die Basalschicht überall von feinen Fetttröpfchen bereits gänzlich frei geworden. In allen drei Fällen war die sichtbare Basalschicht gestreift, und darüber, dass die Fetttröpfchen wirklich in der Epithelialzellen, respective in der Basalschicht, und nicht ober- oder unterhalb der untersuchten Zellen Platz nahmen, liess der Umstand keinen Zweifel übrig, dass, wenn ich das Object bewegte, die Fett-

tröpfchen unbeweglich in den Zellen immer dieselbe Stelle, in welcher sie während dem unbewegten Zustande waren, behielten. Wenn also Brettauer und Steinach die Basalschicht während der Fettresorption als dünn beobachteten, haben sie ein Bild, wie in Fig. 4 vor den Augen gehabt, und wenn ich zur Zeit der Fettaufsaugung auch eine dicke Basalschicht sah, war das beobachtete Bild dem in Fig. 6 abgezeichneten gleich. Sonach wird das Widersprechende unserer Beobachtungen dadurch ausgeglichen, dass sie die Basalschicht im Anfange der Fettresorption betrachteten, während ich solche auch gegen das Ende derselben zu Gesicht bekam. Und nach dem Beschriebenen muss die Phänomenenreihe, welche die aufgesaugten Fetttröpfchen in der Basalschicht verursachen, folgendermassen ausgedrückt werden: im Anfange der Fettresorption wird die Basalschicht durch Fetttröpfchen ganz eingenommen und dann ist sie unsichtbar; bei dem weiteren Gange derselben werden mehr weniger dicke Zonen frei von denselben Fetttröpfchen, und gegen das Ende der Fettaufsaugung ist schon die ganze schön gestreifte Basalschicht vollkommen frei von Fetttröpfchen, welche sich zu dieser Zeit bereits gegen den Zelleninhalt gezogen hatten.

Der Weg für die aufgesaugten Fetttröpfchen führt durch die Endfortsätze (Fig. 14 d. Fig. 15 e) der Epithelialzellen der Darmzotten in die Bindegewebskörperchen der letzteren und diesen Zusammenhang, welchen zuerst Heidenhain besprach, kann ich durch Autopsie als vorhanden bezeichnen. Auf die weiteren Wege der aufgesaugten Fette werde ich in einer besondern Abhandlung zurückkommen.

Nachdem ich den Resorptionsweg für die Fette so bezeichnete und die Ansicht aussprach, dass die Wasserlösungen mit ihnen auf einem Weg nicht fortgeführt werden können, ward ich bei der Erforschung des Resorptionsweges der letzteren durch die folgenden Thatsachen geleitet.

Den Thieren von Nr. 1, 8, 9, 10, 11, 12 wurde destillirtes Wasser eingespritzt und die Tödtung wurde zu verschiedenen Zeiten nach der Einspritzung vorgenommen, so bei dem Thier 8 nach Verlauf von anderthalb Stunden und bei 10 in der 3. Stunde nach der Wasserinjection. Die Untersuchung geschah gleich nach der Tödtung und in

den beiden letzterwähnten Fällen waren die Epithelialzellen der Darmzotten sehr hell und eine Basalschicht nicht wahrnehmbar, aber man konnte im optischen Durchschnitt die Darmzotte mit einer ganz dünnen glänzenden Zone (Fig. 2 a) umgeben sehen. Diese Zone ist von der blassen Basalschicht wesentlich verschieden und glich in jeder Beziehung dem Basalsaume der Zellenhülle, welcher in den Figuren 14 und 16 A an vereinzelten Zellen sichtbar ist, und so resultirt jene Zone aus den neben einander stehenden Hüllensäumen der Epithelialzellen. In den Figuren 1, 2, 7, 9, ist die erwähnte stark glänzende Zone (b) zwischen der Basalschicht und dem körnigen Zelleninhalt zu sehen, sie ist aber hier weniger glänzend und erfordert eine genauere Aufmerksamkeit, um sie wahrzunehmen, — so der geringere Glanz wie die schwerere Wahrnehmbarkeit werden erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Lichtstrahlen die ganze Zellendicke passiren müssen, ehe sie zu dem abgezeichneten Basalsaum gelangen. An vereinzelten Epithelialzellen kann man von der glänzenden Eigenschaft des Basalsaumes (Fig. 14, 16, a, 12—13 b) im Vergleich mit der blassen Basalschicht (12—13 a) sich am besten überzeugen. In Fig. 14 befindet sich der Zelleninhalt noch in der Zellenhülle, bei Fig. 16 ist aber die letztere leer. In Fig. 16. B. hat sich der Basalsaum von der Zellenhülle getrennt, die Basis der letzteren ist nur durch einen dunklen, einfachen Kreis gegeben, während die abgetrennten Basalsäume neben der leeren Zellenhülle (Fig. 16 C) zu sehen sind. Diese Objecte erhielt ich von Darmzotten, welche 6—10 Stunden hindurch in 5%ger phosphorsaurer Natronlösung gelegen hatten.

Bei den Thieren von Nr. 1, 9 wurde die Untersuchung in der 6. und von Nr. 11, 12 in der 24. Stunde nach der Wasserinjection vorgenommen und in allen vier Fällen war die Basalschicht (Figur 7—9 a) in ihrer ganzen Dicke sichtbar und unter ihr befand sich die vorher beschriebene Basalzone (Fig. 7—9 b), die Befunde von 14—16 deuten also dahin, dass während der Wasseraufsaugung die Zellenhülle aufquillt und sich über die Basalschicht zieht, weswegen die Summe der Zellensäume die Darmzotte als eine glänzende Zone umgiebt; wenn aber die Wasseraufsaugung vollendet ist, nimmt die Zellenhülle ihre vorige Ausdehnung zurück, zieht sich von der Basalschicht

herab, und die Zone der Hüllensäume nimmt ihren Platz unter der Basalschicht ein. Bei dem Befunde Nr. 14, zu welchem die Fig. 10 gehört, war zu gleicher Zeit Fett- und Wasserresorption vorhanden. Zuerst wurde Schweineschmalz injicirt und 3 Stunden darauf destillirtes Wasser. Nach der Wasserinjection wurde in der vierten Stunde die Untersuchung vorgenommen. Die Chylusgefässe waren dick und weisslich, die in den Epithelialzellen der Darmzotten befindlichen feinen Fetttröpfchen schimmerten mit verwaschenen Contouren durch die aufgequollenen Zellenhüllen, die Basalschicht (Fig. 10 b), welche in dieser Zeit der Fettresorption in ihrer ganzen Dicke sehr deutlich sichtbar ist, war nur undeutlich durch die über sie gezogene Zellenhülle zu sehen, und die Zone der Hüllensäume (Fig. 10 a) umgab die Darmzotte. Dass die Fetttröpfchen undeutlich contourirt waren, ist wegen der stärkeren Aufquellung der Zellenhüllen erklärlich, und dass die Basalschicht durch dieselben durchschimmerte, zeigt, dass ihre Aufquellung in geringerem Grade statt fand als bei Nr. 8 (Fig. 2), was wegen der längeren Zeit, die von der Wassereinspritzung bis zur Untersuchung verstrich, erklärbar ist.

Die Befunde von 17—21 wurden nach Injection einer Wasserlösung, die 3% von reinem Kochsalz enthielt, erhalten. Das Thier Nr. 17 genoss vor der Einspritzung reichlich von den dargereichten Speisen und wurde in der dritten Stunde nach der Injection untersucht. Die Basalschicht war bloss durch die aufgequollene Zellenhülle undeutlich sichtbar, und die Zone der Zellensäume bildete die äusserste Grenze der Darmzotte. Die Thiere Nr. 18—19 hungerten 24 Stunden vor der Wassereinspritzung, und nach dieser wurden sie in der zweiten Stunde zur Untersuchung getödtet. Der Befund war derselbe, welcher bei Nr. 17 beschrieben wurde und die Figur 10 gehört ihnen an, — in dieser ist a, die Zone der Zellensäume, b die Basalschicht, welche undeutlich durchschimmert und c der Zellenkörper. Dem Kaninchen Nr. 20 injicirte ich erst Schweineschmalz in den Darm, und in der vierten Stunde nach der Fettinjection 20 Grm. von der schon erwähnten Kochsalzlösung, — 1 Stunde nach der Einspritzung des letztgenannten Stoffes untersuchte ich das Thier. Das Resultat war dasselbe, welches ich bei dem Thier Nr. 14 oben bereits beschrieb.

Das Thier 21 wurde gerade so vorbereitet wie das Kaninchen Nr. 20, nach der Kochsalzeinspritzung hungerte es aber 24 Stunden hindurch und dann erst nahm ich die Untersuchung vor. Das Resultat war demjenigen gleich, welches ich bei hungerndem Thiere sah und unter Nr. 5 bereits beschrieb.

Wenn man die Wirkung des destillirten Wassers auf die Epithelialzellen der Darmzotten mit derjenigen der benützten Kochsalzlösung vergleicht, so gewinnt man das Resultat, dass die beiden Stoffe auf die behandelten Gebilde in gleicher Weise wirken und dass also bei der Betrachtung der beiden Agentien in ihrer Beziehung zu den Epithelialzellen von einem und demselben Standpunkte ausgegangen werden kann.

Bei den Nummern 8, 10, 14, 15, 17 ist die Zone der Zellensäume an der äussersten Grenze der Darmzotte beobachtet worden, wie das die Fig. 2, 11, 12, a im optischen Durchschnitt zeigen, ferner ist in allen diesen Fällen der Zelleninhalt viel weniger sichtbar als unter anderen Umständen, obschon das Epithelium hell erscheint. Sonach muss angenommen werden, dass in Folge der Aufsaugung des Wassers und der Wasserlösungen die Hüllen der Darmepithelialzellen in solchem Grade anschwellen, dass wegen ihrer Dicke der Zelleninhalt nur undeutlich gesehen werden kann, und ferner, dass, indem dieselben über die Basalschicht sich schieben, ihr Basalsaum zur äussersten Grenze der Darmzotte wird; wenn aber die Wasseraufsaugung zu Ende ist, zieht sich die Zellenhülle von der Basalschicht zurück und ihr Basalsaum lagert sich zwischen die letztere und den Zelleninhalt.

Nachdem ich fand, dass die Fettaufsaugung durch den Zelleninhalt, die Wasserresorption aber durch die Zellenhülle geschehe, blieb es zu untersuchen, ob die Aufnahme beider Stoffe zu einer und derselben Zeit vor sich gehe. Zu diesem Zwecke machte ich die Versuche Nr. 14, 15, 21, zu welchen Fig. 10 gehört. Erst wurde Schweineschmalz injicirt und 3—4 Stunden darauf destillirtes Wasser. Nach der Wassereinspritzung in der ersten bis vierten Stunde untersuchte ich die Darmzotten und konnte so die Phänomene der Fett- wie die der Wasseraufsaugung neben einander beobachten. Die Zone der Hüllensäume (Fig. 10 a) bildete die äusserste Grenze der Darm-

zotte; die Basalschicht (Fig. 10 b) konnte nur undeutlich durch die aufgequollene Zellenhülle betrachtet werden, und durch die letztere schimmerten auch die Fetttröpfchen (Fig. 10 c) des Zelleninhaltes nur mit verschwommenen Contouren durch. Das Vorhandensein von Fetttröpfchen in dem Zelleninhalt deutet auf eine Fettaufsaugung, während die übrigen Phänomene die Wasserresorption kennzeichnen.

Aus den Lageveränderungen, welche der Saum der Zellenhülle in den verschiedenen Resorptionsstadien erlitt, ist der Gegensatz zwischen Brettauer, Steinach und mir zu erklären: Brettauer und Steinach beobachteten nämlich, dass bei hungernden Thieren die Basalschicht dick sei, während ich auch solche Thiere nach dem Hungern zu Gesicht bekam, bei welchen dieselbe nur ganz dünn erschien. Diese in einander stossenden Wahrnehmungen lassen sich begreifen, weil sie nur solche Thiere benutzten, denen zwar keine Speisen gegeben wurden, aber deren freiem Willen das Trinken überlassen wurde, also höchst wahrscheinlich gar nicht oder nur unbedeutend tranken, — und in solchen Fällen konnten sie nur eine breite Basalschicht zu Gesichte bekommen, da ich aber Thiere entweder gleich nach Wassertrinken oder nach Einspritzung derselben untersuchte, musste ich die helle, glänzende Zone der Hüllensäume an der äussersten Zottengrenze anstatt der Basalschicht beobachten, und dieser Umstand ist in der That so trügerisch, dass man geneigt wird jene Zone als eine verdünnte Basalschicht anzusehen, wenn man aber die Veränderungen, welche die Wasserresorption in ihren Phasen an dem Zottenepithelium hervorbringt, genau verfolgt, gelangt man zu dem beschriebenen Resultate. Sonach ist der periodenweise hervortretende Dickenwechsel der Basalschicht nur ein Trugbild, wie ich das theilweise bei der Fettresorption, theilweise aber jetzt bei der Wasseraufsaugung dargethan zu haben glaube.

Der Hüllensaum umgiebt den vieleckigen Basalrand der Epithelialzellen der Darmzotten und in dem Falle, wenn nach Abtrennung der Basalschicht, mehrere mit einander noch zusammenhängende Epithelialzellen an ihrer Basis betrachtet werden, muss ein glänzendes Netz mit vieleckigen Maschenräumen beobachtet werden, und dieses Bild hat Lambl (Prager Vierteljahrschrift, 3. Tafel, 8. Fig. D) abgezeichnet

mit der Deutung, dass jenes aus den Säumen der Epithelialzellen (aus der Basalschicht) resultirt, da derselbe nicht auf der ganzen Zellenbasis liegt, sondern bloss den Basalrand der Zellen umgiebt; demnach nahm er auch an, dass über der Zellenbasis ein Napf sich befindet, dessen Wandungen der Zellensaum (Basalschicht) bildet. Indem er so den Saum der Zellenhüllen mit der Basalschicht vertauschte, konnte er auch keine Streifen wahrnehmen. Hiernach ist es nicht zu verwundern, dass er von Andern so abweichende Resultate erhielt. Und nach seinen Zeichnungen und seiner Beschreibung muss ich glauben, dass er die Basalschicht gar nicht sah, welche an den krankhaft veränderten Objecten und noch dazu nach dem Tode zu der Zeit, wo Leichenöffnungen vorgenommen werden, bereits untergegangen sind.

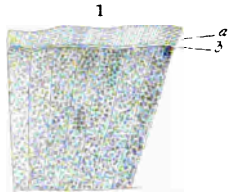
Zum Schluss fasse ich die Resultate meiner Untersuchungen in die folgenden Punkte kurz zusammen.

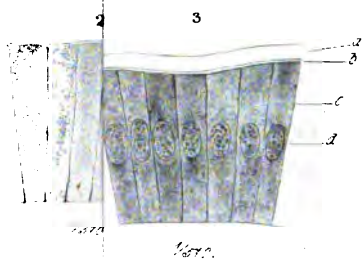
1) Die Basalschicht der Epithelialzellen der Darmzotten ist ursprünglich nicht gestreift. Die Streifung entsteht in Folge der Fettresorption und sie ist der optische Ausdruck von feinen Kanälen, durch welche die Fetttröpfchen ihren Weg nahmen und welchen entsprechend die Basalschicht in Stäbchen auseinander weichen kann.

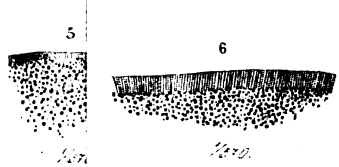
2) Der Dickenwechsel der Basalschicht ist nur scheinbar, weil a) das Dünnerwerden durch die Fettresorption bedingt werden kann, indem ein Theil derselben durch Fetttröpfchen eingenommen wird während der andere davon frei bleibt; und b) kann während der Wasserresorption die über die Basalschicht vorgeschobene Zone der Zellsäume als eine verdünnte Basalschicht mit dieser vertauscht werden.

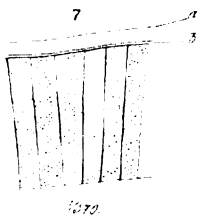
3) Der Weg für die resorbirenden Wasserlösungen geht durch die Hülle der Epithelialzellen, während die Aufsaugungsbahn für die Fetttröpfchen durch den Inhalt der Epithelialzellen der Darmzotten geht.

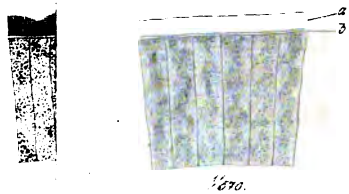
Balogh.

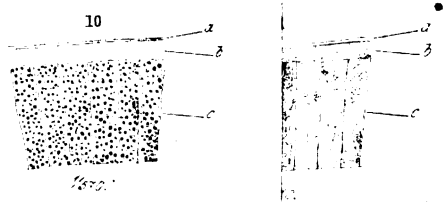


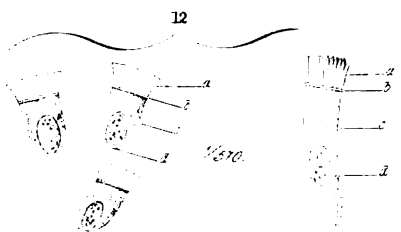


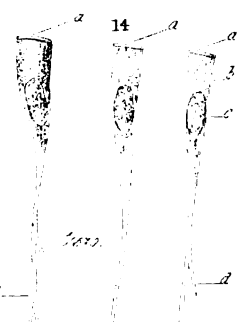


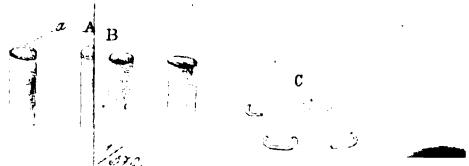












Autor gezeichnet

Lith Anst v J Kühig Frankfurt

Erklärung der Figuren.

Fig. 1—11. Frische Epitheliumstücke der Darmzotten in Darmflüssigkeit untersucht.

„ 1. Nach reichlicher Futteraufnahme in der 24. Stunde untersucht; a die Basalschicht der Darmzellen; b die Zone der Hüllensäume der Epithelialzellen; c Epithelialzellen.

„ 2. Nach Wasserinjection in der $1_{,5}$ Stunde; a die Zone der Hüllensäume der Epithelialzellen.

„ 3. Nach 48stündigem Hungern; a Basalschicht; b Zone der Hüllensäume der Epithelialzellen; c Epithelialzellen; d Zellenkern.

„ 4—6. 6 Stunden nach Fetteinspritzung; a Basalschicht der Epitheliallage; b Fetttröpfchen.

„ 7. 6 Stunden nach Wassereinspritzung. Das Thier hungerte vor der Wasserinjection.

„ 8. 6 Stunden nach der Wassereinspritzung. Das Thier nahm vor der Wasserinjection eine reichliche Nahrungsmenge auf.

„ 9. 24 Stunden nach der Injection des Wassers.

„ 7—9. a die Basalschicht; b die Zone der Zellensäume.

„ 10. 3 Stunden nach der Fettinjection wurde Wasser eingespritzt, und hierauf erfolgte in der 4. Stunde die Untersuchung; a die Zone der Zellensäume; b die durch die Zellenhülle durchscheinende Basalschicht; c die Epithelialzellen.

„ 11. 2 Stunden nach der Einspritzung von 3%ger Kochsalzlösung: a, b, c wie bei 10.

„ 12—14. Isolirte Epithelialzellen der Darmzotten nach 6stündiger Maceration in 5%ger phosphorsaurer Natronlösung.

„ 12. A, von einem 48 Stunden lang hungernden Thier; B, von einem gesättigten Thier; a, b, c, d wie bei 3.

„ 13. Nach Fettinjection: a, b, c wie bei 3.

„ 14. a Hüllensaum der Epithelialzelle, b Epithelialzelle; c Zellenkern, d Endfortsatz.

Fig. 15. Epithelialzellen der Darmzotten nach 6stündiger Maceration in Moleschott's starker Essigsäuremischung; a Basalschicht; b Hüllensaum der Epithelialzelle; c Epithelialzelle; d Zellenkern; e Endfortsatz.

„ 16. Zellenhüllen nach Maceration der Darmzotten in 5%iger phosphorsaurer Natronlösung; A Zellenhüllen mit Basalsaum a, B ohne Basalsaum; c Basalsaum der Zellenhüllen des Zottenepitheliums.

XXVI.

Ueber die zeitlichen Verhältnisse, welche bei der elektrischen Erregung der Nerven in's Spiel kommen.

Von

Albert von Bezold [1]).

Die ausgezeichneten Arbeiten Pflüger's über die Physiologie des Elektrotonus haben ein neues Licht auf die gesammte Lehre von der elektrischen Erregung der Nerven geworfen. Ausgehend von Gesichtspunkten, welche mit diesen neuen Anschauungen innig verknüpft sind, habe ich unternommen, die zeitlichen Verhältnisse, welche bei der Nervenerregung durch den elektrischen Strom in's Spiel kommen, einer genaueren und eingehenden Analyse zu unterziehen. Eine Zergliederung der hierbei in Betracht kommenden Fragen musste, so war meine Ansicht, einen sicheren Prüfstein abgeben für einige der von Pflüger aufgestellten Hypothesen über die elektrische Nervenerregung.

In der That wird eine gründliche Darlegung der Modificationen, welche der zeitliche Verlauf der Reizung und der Fortpflanzung der Reizung im Nerven unter dem Einflusse gewisser Abänderungen in der Art und Weise der elektrischen Erregung erfährt, eine wesentliche Erweiterung und Ergänzung der Grundlagen bilden, auf denen fussend wir eine vorläufige Erklärung jenes verwickelten Heeres von Erscheinungen aufbauen, die, seit dem Entstehen der Reizphysiologie unter dem Namen des Zuckungsgesetzes zusammengefasst, bis vor Kurzem eben so viele zusammenhangslose Räthsel für den Physiologen waren.

---

[1]) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser aus den Monatsberichten der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 22. November 1860.

Ich habe nämlich die Grösse des Zeitintervalles, welches zwischen Reizung des motorischen Nerven und dem Beginn der dadurch erzeugten Muskelzuckung verfliesst, in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen der elektrischen Erregung genau zu bestimmen gesucht, und hier vorläufig die einfachsten Fälle zergliedert, in welchen die Schliessung oder die Oeffnung eines Kettenstromes durch den sonst unveränderten Nerven als Erregungsmittel dienten. Die Ergebnisse dieser theils an einem ursprünglichen Helmholtz'schen, theils an einem neuen, von du Bois-Reymond veränderten Myographion angestellten Versuche erlaube ich mir hier in ihren Hauptzügen mitzutheilen.

Reizt man einen motorischen Nerven durch Schliessung oder Oeffnung von Kettenströmen, die bald in aufsteigender, bald in absteigender Richtung den Nerven durchfliessen, so ist, bei unveränderter Lage der dem Muskel näheren Elektrode der reizenden Kette, die Zeit, die nöthig ist, damit die Erregung sich durch den Nerven fortpflanze und die erste Spur von Muskelcontraktion hervorrufe, bei einem und demselben Muskel nicht gleich, sondern diese Zeit ist abhängig von der Richtung, von der Dichte der als Erregungsmittel dienenden Ströme, von dem Umstande ferner, ob die Schliessung oder die Oeffnung des Stromes die Erregung bewirkten, im letzteren Falle auch von der Schliessungsdauer; sie ist endlich abhängig von der Länge der intrapolaren, myopolaren und centropolaren Nervenstrecke.

§. 1.

Schliessung des absteigenden Stromes.

Vergleicht man die Muskelzuckungen, die durch Schliessung eines im Nerven absteigenden Kettenstromes hervorgebracht werden, ihrem zeitlichen Verlaufe nach mit jenen, die erzeugt werden durch einen Oeffnungsinductionsschlag, welcher in der Gegend der unteren Elektrode den Nerven trifft, so ergiebt sich Folgendes:

1. Bei geringer Entfernung der beiden Elektroden der reizenden Kette von einander (3^{mm}) verfliesst zwischen dem Augenblick der Reizung und dem Eintritt der Zuckung genau das gleiche Zeitintervall in beiden Fällen der elektrischen Erregung. Es ist hier

bei gleichgültig, ob die Dichtigkeit des im Nerven geschlossenen absteigenden Stromes gross oder gering sei, es ist ferner gleichgültig, ob die Entfernung der gereizten Nervenstrecke vom Muskel gross oder klein sei; immer vorausgesetzt, dass die Zuckungen in allen Fällen die Höhe von einfachen Maximalzuckungen erreichen.

2. Wächst, in dem Falle der Schliessung des absteigenden Stromes, die Entfernung beider Elektroden von einander (bis zu 5—6^{Cm}) so vergrössert sich jenes Zeitintervall nach Reizung durch die Schliessung sehr schwacher absteigender Ströme. Diese Verzögerung, welche der Eintritt der Zuckung erleidet, wächst mit der Länge der intrapolaren Strecke, nimmt ab mit wachsender Dichtigkeit des im Nerven fliessenden Stromes, und verschwindet vollständig, sobald der Strom eine gewisse Dichtigkeit im Nerven erreicht hat und überschreitet.

Das bisher beobachtete Maximum der erwähnten Verzögerung betrug 0,0035 Secunden bei $4^1/_2{}^{Cm}$ Abstand beider Elektroden, während die Fortpflanzung der Reizung durch dieselbe Strecke unter übrigens gleichen Umständen 0,0016 Secunden betrug.

§. 2.

Schliessung des aufsteigenden Stromes.

Vergleicht man, in ähnlicher Weise, wie dies beim absteigenden Strom geschah, die durch Schliessung eines im Nerven aufsteigenden Stromes erzeugten Zuckungen mit den durch Oeffnungsinductionsschläge hervorgebrachten, so zeigt sich folgendes:

3. Bei sehr geringer Entfernung beider Elektroden (3^{mm}) hängt die Grösse des zwischen dem Augenblick der Schliessung und dem Beginn der Zuckung verstreichenden Zeitintervalles von der Dichtigkeit des erregenden Stromes ab. Sind die Ströme, die durch den Nerven geschlossen werden, sehr schwach, so ist keine Verzögerung im Eintritt der Zuckung wahrzunehmen. Bei wachsender Stromdichte tritt eine mit der Dichtigkeit des Stromes zunehmende Vergrösserung des Zeitintervalles zwischen Schliessung und Beginn der Zuckung auf, und, wenn diese continuir-

lich zunehmende Verzögerung des Zuckungseintrittes eine gewisse Grösse erreicht hat, so ist hiermit die Grenze für den Eintritt der Zuckung nach Schliessung des aufsteigenden Stromes überhaupt gegeben.

4. Bei grösserer gegenseitiger Entfernung der Elektroden des constanten Stromes (4—6^{cm}) erscheint bereits bei sehr geringer Dichte des erregenden Stromes eine beträchtliche Vergrösserung des zwischen Reizung und Zuckung verfliessenden Zeitintervalls. Diese Verzögerung nimmt mit wachsender Stromdichte rasch ab, verschwindet bei einer gewissen Stromdichte beinahe ganz, und wächst bei weiterer Zunahme der Stromdichte wieder continuirlich bis zu einer gewissen Grösse, welche zugleich die Grenze für den Eintritt der Zuckungen überhaupt bezeichnet.

Beobachtetes Maximum der Verzögerung: 0,009—0,010 Secunden.

§. 3.

Oeffnung des aufsteigenden Stromes.

Verfährt man wie unter §. 1. und 2. angegeben, mit dem Unterschiede, dass in dem einen Falle die Oeffnung eines im Nerven fliessenden aufsteigenden Stromes, im anderen Falle ein immer in der Gegend der unteren Elektrode einwirkender Oeffnungsinductionsschlag, den Reiz bilden, so treten folgende Erscheinungen auf.

5. Ist die Entfernung beider Elektroden von einander sehr gering (3^{mm}), so ist das Zeitintervall zwischen Reizung und Beginn der Contraction in beiden Fällen nicht merkbar verschieden, mag der Strom, dessen Oeffnung den Reiz bewirkte, schwach oder stark sein, mag derselbe Strom vor seiner Oeffnung 1 Secunde oder 15 Minuten den Nerven durchströmt haben.
6. Ist die Entfernung beider Elektroden von einander beträchtlich (4—6^{cm}), so tritt unter gewissen Umständen bei der Reizung durch Oeffnung des aufsteigenden Stromes eine sehr beträchtliche Verzögerung der Zuckung ein. Die Grösse dieser Verzögerung ist am bedeutendsten, im Falle die Dichtigkeit der Ströme im Nerven deren Oeffnung den Reiz bildete, sehr gering ist, sie nimmt schnell ab mit Zunahme der Stromdichte, und verschwindet bei einer ge-

wissen Grösse dieser letzteren und jenseits derselben vollständig. Sie scheint ferner mit wachsender Schliessungsdauer anfangs zuzunehmen und dann zu sinken.

Als Maximum dieser Verzögerung habe ich gefunden 0,0229 Secunden.

§. 4.

Oeffnung des absteigenden Stromes.

Ist das Erregungsmittel in dem einen Falle die Oeffnung eines im Nerven fliessenden absteigenden Stromes, im anderen Falle ein an der unteren Elektrode angebrachter Oeffnungsinductionsschlag, so ergiebt sich durch vergleichende Messungen Folgendes:

7. Die Zuckungen, welche nach der Oeffnung eines im Nerven absteigend fliessenden Stromes eintreten, erscheinen vom Augenblick der Reizung an gerechnet, immer später, als jene, die erzeugt sind durch einen Inductionsschlag an der dem Muskel näheren Elektrode.
8. Die Grösse dieser hier in allen Fällen wahrnehmbaren Verzögerung hängt ab von der Dichtigkeit der im Nerven geschlossen gewesenen Ströme, von der Dauer der Schliessung dieser Ströme, von der Grösse der intrapolaren, myopolaren und centropolaren Strecke.
9. Variirt man, bei gleichen übrigen Umständen, die Dauer der Schliessung des Stromes unmittelbar vor seiner Oeffnung, und betrachtet man die Grösse der Verzögerung des Zuckungseintrittes als Function der Schliessungsdauer, so dass man die Dauer der Schliessung als Abcisse und die Verzögerungswerthe als die zugehörigen Ordinaten aufträgt, so erhält man eine Curve, deren Ordinaten Anfangs abnehmen, dann wachsen, dann wieder abnehmen, endlich continuirlich zunehmen, bis nach einer gewissen Schliessungsdauer überhaupt keine Zuckung bei der Oeffnung des absteigenden Stromes mehr eintritt.
10. Betrachtet man, unter übrigens gleichen Bedingungen, die Grösse dieser Verzögerung als Function der Stromdichte und verfährt wie unter 9. angegeben, so ergiebt sich eine Curve, deren

Ordinaten Anfangs abnehmen, dann wieder zunehmen (oft unendlich gross werden, so dass eine Discontinuität der Curve eintritt, dann wieder abnehmen und zuletzt continuirlich zunehmen, bis die Ordinaten plötzlich unendlich werden, d. h. bis keine Zuckung mehr eintritt.

11. Der genauere Verlauf jeder einzelnen dieser beiden Curven wechselt, je nachdem bei variirender Schliessungsdauer die Stromdichte gross oder gering ist, und umgekehrt.

12. Auf die Gestalt dieser beiden Curven ist ferner die Grösse der myopolaren, intrapolaren und centropolaren Nervenstrecke von Einfluss. Im Allgemeinen übt die Vergrösserung der myopolaren Strecke einen vergrössernden Einfluss auf die Werthe der Verzögerungen.

13. Ausserdem haben individuelle Zustände der dem Versuch unterworfenen Nerven einen entschiedenen Einfluss auf den Gang der beschriebenen Abhängigkeitsverhältnisse.

14. Die bisher beobachteten absoluten Werthe der Verzögerungen schwanken zwischen 0,00075 und 0,0248 Secunden, während im Mittel 0,00175 Secunden erforderlich sind für die Fortpflanzung der Erregung in 45^{mm} Nerv.

§. 5.

Oeffnungsinductionsschläge.

15. Vergleicht man zwei Zuckungen (Maximalzuckungen), deren eine durch einen Oeffnungsinductionsschlag durch den ganzen Nerven, deren andere durch einen Oeffnungsinductionschlag in einer kurzen Nervenstrecke an der untern Elektrode erzeugt ist, so tritt die erste Zuckung, im Falle der Oeffnungsinductionsschlag so schwach als möglich war, um das Maximum der Zuckungen zu erzeugen, constant später, vom Augenblick der Reizung an gerechnet, ein als die zweite Zuckung; und es ist, als ob im ersten Falle eine Erregung bloss in der Nähe der oberen Elektrode stattgefunden habe. Verstärkt man im ersten Falle die Inductionsschläge, so vermindern sich diese Zeitdifferenzen, bis sie in

einer gewissen Stärke des Inductionsschlages und darüber hinaus ganz verschwinden.

§. 6.

Schlussfolgerungen.

1. Bei Erregungen langer Nervenstrecken durch schwache elektrische Reize werden bloss die vom Muskel entfernten Theile des Nerven in den Erregungszustand versetzt, gleichgültig, welcher Art die elektrische Erregung auch sei. Corollar zu der von Pflüger zuerst hervorgehobenen Curve der Erregbarkeit am Nerven.

Aus den Versuchen mit kurzen Nervenstrecken und stärkeren Strömen ergiebt sich Folgendes:

2. Bei der Schliessung eines hinlänglich starken elektrischen Stromes geschieht die Erregung des Nerven in der Gegend der negativen Elektrode, d. h. da wo während der Dauer der Schliessung der positive Strom aus dem Nerven austritt; da, wo der positive Strom die Bahn des Nerven betritt, geschieht keine Erregung.
3. Bei der Oeffnung eines im Nerven fliessenden constanten Stromes geschieht eine Erregung des Nerven in der Gegend der positiven Elektrode, und nicht in der Gegend der negativen Elektrode.

Es ist demnach, wie ich glaube, durch die vorstehenden Versuche der erste umfassende und eindeutige Beweis geliefert für den zuerst von Pflüger aufgestellten Satz, dass der Eintritt des Nerven in den Zustand des Katelektrotonus, und der Austritt aus dem Zustand des Anelektrotonus mit Erregung des Nerven verknüpft seien, dass dagegen der Eintritt in den Zustand des Anelektrotonus, und der Austritt aus dem Zustand des Katelektrotonus keine Erregung bedingen.

4. Die Nervenstrecken, welche in den Zustand des Katelektrotonus und des Anelektrotonus versetzt werden, gerathen hierdurch unmittelbar in einen Zustand, in welchem sie die Fortpflanzung des Reizes langsamer besorgen als im normalen Zustande, in allen den Fällen, wo dieser Uebergang nicht selbst die Erregung ist.

5. Die Erregung des Nerven, gleichgültig ob sie durch Eintritt in den Zustand des Katelektrotonus, oder durch den Austritt aus dem Zustand des Anelektrotonus erzeugt ist, pflanzt sich durch eine vorher normale Nervenstrecke genau mit derselben Schnelligkeit fort, wenn auch die erzeugenden Ströme an Stärke sehr wechseln, wenn nur in allen Fällen die Zuckungen Maximalzuckungen sind.
6. Die Verlangsamung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung, welche durch den Eintritt des Nerven in den Zustand des Anelektrotonus herbeigeführt wird, wächst mit wachsender Stromdichte und geht über in eine vollkommene Aufhebung der Leitungsfähigkeit des Nerven, für einen von oben kommenden Reiz.
7. Die Nervenstrecken, welche unmittelbar vorher im Zustande des Katelektrotonus oder in dem des Anelektrotonus sich befanden, gerathen unmittelbar nach Aufhebung desselben in einen Zustand sehr beträchtlicher Unfähigkeit Erregungen fortzupflanzen, welche Unfähigkeit dann allerdings nicht wahrnehmbar ist, im Falle der Austritt aus dem Anelektrotonus an der untern Elektrode selbst schon Reizung bewirkt.
8. Geschieht, wie dies bei der Oeffnung des absteigenden Stromes der Fall ist, der Austritt aus dem Zustande des Katelektrotonus zwischen Reiz und Muskel, so hängt es einerseits von der Stärke des vorher bestandenen Katelektrotonus, andererseits von der Stärke der oberhalb dieser Stelle durch den Austritt aus dem Zustande des Anelektrotonus bewirkten Reizung ab, ob die Erregung früher oder später oder gar nicht zum Muskel gelangt. Immer hat in diesem Falle die Erregung ein Hinderniss zu überwinden, und dieses Hinderniss wird von stärkeren Erregungen leichter und schneller, von schwächeren langsamer und schwieriger oder gar nicht überwunden. Man muss annehmen, dass mit der Schliessungsdauer und mit der Stromdichte die Grösse des Hindernisses Anfangs langsamer, dann schneller, dann wieder langsamer und endlich bedeutend schneller als die Grösse der Erregung wächst. Bei dieser Annahme erklären sich die Curven,

welche die Abhängigkeit der Verzögerung des Zuckungseintrittes von der Stromdichte und der Schliessungsdauer des vorher im Nerven fliessenden absteigenden Stromes ausdrücken, auf einfache und ungezwungene Art.

Man sieht endlich ein, dass die mitgetheilten Thatsachen im Verein mit den von Pflüger vorgetragenen eine sichere Grundlage bilden für die Erklärung der Erscheinungen, welche beim Zuckungsgesetze auftreten.

Die Grenze der Genauigkeit, welche bei den vorliegenden Untersuchungen eingehalten werden konnte, ist 0,0005 Secunden, welche Zeitgrösse der Länge einer Linie von $^1/_2{}^{mm}$ auf dem Zeichencylinder entsprach.

XXVII.

Ueber einige Zeitverhältnisse, welche bei der directen elektrischen Erregung des Muskels in's Spiel kommen.

Von

Albert von Bezold [1]).

---

1. Erregt man lange gleichförmige, parallelfaserige Muskeln von Fröschen, die mit Curare vergiftet sind, dadurch dass man einen entweder aufsteigenden oder absteigenden elektrischen Strom zu einer gegebenen Zeit plötzlich durch dieselben schliesst, und vergleicht man die Zeiträume der latenten Reizung dieser Schliessungszuckungen mit der Dauer der latenten Reizung von gleich hohen Zuckungen, die durch einen den Muskel durchfahrenden Oeffnungsinductionsschlag erzeugt sind, so findet man, auch wenn in beiden Fällen Maximalzuckungen erzeugt sind, dass im ersten Falle (d. h. bei der Schliessungszuckung) die Zeit der latenten Reizung im Allgemeinen grösser ist, als im zweiten Falle (Zuckung durch den Inductionsschlag). Die Verzögerung, welche demnach der Eintritt der Schliessungszuckung darbietet, ist um so grösser, je geringer die Dichtigkeit des Stromes ist, dessen Schliessung im Muskel den Reiz bildete. Diese Verzögerung verschwindet vollständig bei einer bestimmten allerdings sehr beträchtlichen Dichtigkeit des Stromes im Muskel.

In den bisher angestellten Versuchen verschwand der Zeitunter-

---

[1]) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser aus den Monatsberichten der Kgl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 5. December 1860.

schied erst, wenn der volle Strom einer siebengliedrigen Grove'schen Säule der kleineren Art durch den Muskel (einen der Adductoren des Oberschenkels) geschlossen ward. Als Maximum des Zeitunterschieds ergab sich eine Grösse, welche die Grösse des Zeitraumes der latenten Reizung bei Inductionszuckungen um ein Geringes übertraf, so dass also das Stadium der latenten Reizung in diesen Fällen mehr als das Doppelte von dem normalen Stadium der latenten Reizung betrug.

2. Geschieht die Erregung, im ersten Falle, statt durch Schliessung durch die Oeffnung eines im Muskel fliessenden auf- oder absteigenden Stromes, im zweiten Falle durch einen Oeffnungsinductionsschlag, so zeigt sich Folgendes: das Stadium der latenten Reizung dauert in dem ersten Falle im Durchschnitt beträchtlich länger als im zweiten Falle, es kann die sechsfache Dauer von dem normalen Stadium der latenten Reizung erreichen.

Diese Verzögerung nimmt ab mit der Zunahme der Dichtigkeit des Stromes, dessen Oeffnung den Reiz bildete, und sie verschwindet erst bei einer sehr beträchtlichen Stromesdichte (Strom von 14 Grove'schen Elementen durch einen der Adductoren des Oberschenkels) vollständig. Diese Verzögerung nimmt ferner, aber in sehr geringem Maasse ab mit Zunahme der Schliessungsdauer unmittelbar vor der als Reiz dienenden Oeffnung. Die Dauer der Schliessung, um welche es sich hier handelte, schwankt von 10 Secunden bis zu einer Stunde. Ausser dieser Verlängerung des Stadiums der latenten Reizung zeigen die Oeffnungszuckungen durchgängig eine bedeutende Verzögerung im ganzen zeitlichen Verlaufe der Verkürzung. Es ist für die beschriebenen Erscheinungen gleichgültig, welche Richtung der Strom im Muskel hat, falls nur der letztere keine beträchtliche Unregelmässigkeit im Baue darbietet, so dass die Dichtigkeit des Stromes an verschiedenen Strecken des Muskels nahezu dieselbe ist.

3. Die Thatsachen, welche hier vorliegen, veranlassten mich folgende Versuche einzurichten:

Ich befestigte dünne parallelfaserige Muskeln *(M. sartorius)* von vergifteten Fröschen an dem Pflüger'schen, oder an dem von du Bois-Reymond modificirten zeitmessenden Myographion in der Weise, dass dieselben in einer der Mitte näheren

Stelle ihres Verlaufes gut fixirt waren, so dass eine Contraction, die an dem einen Ende auftrat, den anderen Theil, wenn er sich nicht selbst contrahirte, nicht im Geringsten bewegte. Das eine der freien Enden, das Ende *A*, wurde nun über Kork gelegt und hier an zwei Stellen in Verbindung mit zwei Enden einer Kette gebracht, so dass, wenn der Strom in den Muskel brach, die Bewegung der elektrischen Flüssigkeit parallel mit der Richtung der Muskelprimitivbündel erfolgte. Das andere Ende, das Ende *B*, befand sich durch einen gläsernen Haken in Verbindung mit dem Schreibapparate eines der beiden Myographien.

Das Ende *B* stellte demnach den sich contrahirenden Muskel, die intrapolare Strecke am Ende *A* dagegen (welche immer in dem oberen Ende des Sartorius bestand, welches Ende nach Kühne nervenfrei ist) den direct, ohne Dazwischenkunft der Nerven elektrisch erregten Theil des Muskels dar, so dass Ende *A* für die zu beobachtenden Zuckungen des Endes *B* gewissermaassen den zuckungerregenden Nerven darstellte. Ich schloss nun oder öffnete durch die intrapolare Strecke schwache Ströme, von denen ich mich überzeugte, dass sie nur den intrapolaren Theil direct erregten, bald in aufsteigender, bald in absteigender Richtung und suchte zu erfahren, in welcher Beziehung die Contractionen des extrapolaren Theiles, (insbesondere Ende *B*) zu der auf den intrapolaren Theil des Muskels ausgeübten Erregung (die sich in allen Fällen natürlich als Contraction kundgab) ständen. Es ergaben sich hierbei folgende nicht unwichtige Thatsachen:

a) Die Schliessung schwacher aufsteigender Ströme (positiver Pol in der Nähe des Fixationspunktes) erzeugt bei frischen Muskeln immer eine Zuckung sowohl des intrapolaren als des extrapolaren Theiles. Dagegen wird mit der Zeit die Schliessungszuckung des aufsteigenden Stromes in der extrapolaren Strecke schwächer, je mehr der Muskel sich von dem Zustand, der dem des normalen Lebens am nächsten ist, entfernt, und hört kurze Zeit nach Herausnahme des Muskels ganz auf, wenn auch der intrapolare Theil noch immer lebhaft zuckt.

b) Die Oeffnung des aufsteigenden Stromes erzeugt keine Zukkung im extrapolaren Theil, falls der Strom sehr schwach ist. Bei Zunahme der Stromstärke und mit Zunahme der Schliessungsdauer erscheint die Oeffnungszuckung auch im extrapolaren Theile und wächst mit Stromstärke und Schliessungsdauer innerhalb gewisser Grenzen continuirlich an. Sie wird noch erhalten, wenn auch die Schliessungszuckung des aufsteigenden Stromes schon aufgehört hat.

c) Die Schliessung des absteigenden Stromes erzeugt sehr leicht Zuckung auch im extrapolaren Theile; die Stärke dieser Zukkung wächst mit Stärke des Stromes und diese Zuckung ist diejenige, welche, wenn auch Schliessung und Oeffnung des aufsteigenden Stromes keine Zuckung im Theile *B* mehr bewirken, noch längere Zeit ziemlich kräftig fortfährt zu erscheinen.

d) Die Oeffnung des absteigenden Stromes erzeugt in höchst seltenen Fällen und bloss unter sehr günstigen Bedingungen (mässige Stromstärke, sehr kurze Schliessungsdauer und sehr frischer Muskel) im extrapolaren Theile Zuckung. In den meisten Fällen zuckt bloss der intrapolare Theil.

e) Die von a bis d beschriebenen Erscheinungen bilden demnach das wahre Zuckungsgesetz des Muskels ohne Beihülfe der Nerven

4. Untersucht man nun, mit Hülfe des zeitmessenden Myographions, die Zeiten, welche verfliessen vom Augenblick des Einbrechens der Ströme in den intrapolaren Theil vom Ende *A* bis zu dem Augenblick, wo die erste Spur von Contraction in dem extrapolaren Theile *B* auftritt und vergleicht man diese Zeiträume in zwei Fällen, d. h. wenn in einem Falle ein absteigender, im anderen Falle ein gleich starker aufsteigender Strom durch den Theil *A* geschlossen werden, so findet sich, dass immer dieser Zeitraum im ersten Falle grösser ist als im letzteren, und zwar beträgt der hier auftretende Zeitunterschied meist mehr, als nach Aeby (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv II. Bd. S. 253) der Zeitraum beträgt, den die Fortpflanzung der Er-

regung durch ein Stück Muskel von der Länge der intrapolaren Strecke gebrauchen würde. Diese Zeitunterschiede wachsen ferner mit der Zeit, welche seit der Präparation des Muskels verflossen ist, und werden schliesslich unendlich gross, d. h. die Schliessungszuckung des aufsteigenden Stromes im extrapolaren Theil bleibt aus, während die Schliessungszuckung des absteigenden Stromes noch fortbesteht.

Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, die zeitlichen Verhältnisse im Eintritte der Oeffnungszuckungen bei auf- und absteigendem Strome zu vergleichen, da nur unter den günstigsten Bedingungen, welche am zeitmessenden Myographion herzustellen fast unmöglich ist, eine Oeffnungszuckung des absteigenden Stromes in der extrapolaren Strecke auftritt.

Ich schliesse aus den vorstehenden Thatsachen folgendes:

1. Das Zuckungsgesetz für den Muskel ohne Betheiligung des Nerven ist durchaus analog dem Zuckungsgesetze, welches auftritt bei elektrischer Erregung der Nerven allein.
2. Der elektrische Strom versetzt die Primitivmuskelbündel im Augenblick der Schliessung nur in der Gegend des negativen Poles in den Zustand der Erregung, am positiven Pole dagegen in einen Zustand, in welchem sie die Erregung langsamer leiten und bei hinlänglicher Stärke des Stromes gar nicht mehr zu leiten im Stande sind.
3. Bei der Oeffnung des elektrischen Stromes gerathen nur diejenigen Theile des Muskels, welche sich in der Nähe der positiven Elektrode während der Dauer der Schliessung befinden, in den Zustand der Erregung; diejenigen Theile dagegen, welche während der Schliessung sich an der negativen Elektrode befanden, gerathen nach der Oeffnung in einen Zustand, der für die Fortpflanzung des Reizes äusserst hinderlich ist.
4. Die Schnelligkeit, mit welcher die Muskeltheilchen in den Zustand der Erregung übergehen, ist abhängig von der Stärke der Ströme, von dem Umstand ferner ob die Erregung durch den Eintritt in den Zustand am negativen Pol oder durch den Austritt aus dem Zustande am positiven Pol herbeigeführt wurde.

XXVIII.

Ueber das Jacobson'sche Organ des Schafes.

Von

Dr. Coloman Balogh.

Assistenten am physiologischen Institute der Pesther Universität [1]).

Ich erlaube mir hier die hauptsächlichsten Resultate einer soeben beendeten grösseren Arbeit über das Jacobson'sche Organ und die *Regio olfactoria* des Schafes in Kürze mitzutheilen. Es sind folgende:

1. Die gefäss- und nervenreiche Schleimhaut, welche die Knorpelkapsel des Jacobson'schen Organs auskleidet, ist nach aussen und oben am dicksten und bildet daselbst eine in das Lumen der Röhre vorspringende wulstförmige Längserhebung, wodurch nach innen und oben eine tiefe, nach aussen aber eine seichte Furche entsteht.

2. Die Drüsen des Jacobson'schen Organs kommen ausschliesslich in der erwähnten wulstartigen Längserhebung der Schleimhaut vor, und münden mit ihren schräg von oben und hinten nach unten und vorn gerichteten Ausführungsgängen auf dem Grunde der beiden Furchen, welche den Drüsenwulst begrenzen.

3. In dem drüsenlosen Theile der Schleimhaut verlaufen zahlreiche Bündel von Olfactoriusfasern, welche auch einzelne doppelt contourirte Trigeminusröhren enthalten.

---

[1]) Aus den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.

4. Zwischen den Drüsen sind nur ganz dünne Bündelchen von dunkel contourirten Nervenröhren vorhanden, deren Neurilema verhältnissmässig sehr dick ist. Olfactoriusfasern finden sich daselbst sehr wenige.

5. Die Schleimhaut des Jacobson'schen Organs besitzt ein Flimmerepithelium, welches scharf begrenzt an der Mündung des Jacobson'schen Organs aufhört und im Stenson'schen Gang durch ein geschichtetes Pflasterepithelium ersetzt wird.

6. Das Epithelium des Jacobson'schen Organs wird durch zweierlei Zellen constituirt. Die von der einen Art sind Flimmerzellen, welche deutliche Flimmerbewegung zeigen. Die anderen, nervöse Endapparate (Riechstäbchen), welche mit jenen der *Regio olfactoria* vollkommen übereinstimmen, und an ihrer Endfläche, wie diese, zwei spitze Körperchen (Riechhärchen) tragen.

7. Die Flimmerzellen stehen durch ihre nach unten gerichteten Fortsätze mit den elastischen Elementen der Schleimhaut in Verbindung.

8. Die nervösen Elemente der Epithelialschicht (Riechstäbchen) hängen durch ihre Fortsätze, welche spindelförmige, kernhaltige Anschwellungen zeigen, mit den Olfactoriusröhren zusammen und bilden deren peripherische Endigungen.

9. Die Riechstäbchen sind vorzüglich an der drüsenlosen Schleimhautpartie vorhanden, wiewohl sie auch an den übrigen Theilen nicht ganz fehlen.

10. Die *Regio olfactoria* des Schafes ist stets mit einer Schichte von dicklichem Schleim überzogen und zeigt niemals Flimmerbewegung, auch sieht man nichts von Flimmerhärchen und Riechhärchen an der Oberfläche. Wenn jedoch jene Schleimschicht durch Maceration in der Moleschott'schen starken Essigsäuremischung entfernt ist, kann man sich überzeugen, dass die Epithelialschicht aus Epithelialzellen, welche wie die Flimmerzellen mit Härchen besetzt sind, und aus Riechstäbchen, welche je zwei Riechhärchen tragen, besteht.

11. Das Pigment der Zellen, der Bowmann'schen Drüsen, welches die gelbe Färbung der *Regio olfactoria* verursacht, scheint fetti-

ger Natur zu sein und kann durch Maceration in der Moleschott'schen starken Essigsäuremischung ausgezogen werden.

12. Eine Vergleichung des feinen Baues der Schleimhaut der *Regio olfactoria* mit jenem der Schleimhaut des Jacobson'schen Organs ergiebt:

a) Dass beide Schleimhäute sowohl von Olfactorius- als Trigeminusfasern versorgt werden.

b) Dass die Epithelialschicht beider Schleimhäute aus Flimmerzellen und Riechstäbchen zusammengesetzt wird, mit dem Unterschiede jedoch, dass diese Elemente an der *Regio olfactoria* etwas grösser sind als im Jacobson'schen Organ, und dass die Flimmerzellen im Jacobson'schen Organe eine deutliche Flimmerbewegung zeigen, während die mit denselben sonst völlig identischen Zellen an der *Regio olfactoria* keine Flimmerbewegung erkennen lassen.

c) Die Bowmann'schen Drüsen der *Regio olfactoria* finden sich in der ganzen Fläche so ziemlich gleichmässig vertheilt.

Die Drüsen im Jacobson'schen Organe kommen nur im Drüsenwulste vor und münden ausschliesslich im Grunde jener Furchen, welche zu beiden Seiten des Drüsenwulstes vorhanden sind.

d) Die Zellen der Drüsen der *Regio olfactoria* sind röthlich-gelb pigmentirt, jene des Jacobson'schen Organs hingegen farblos.

13. Bei der grossen und wesentlichen Uebereinstimmung des Baues beider Schleimhäute muss somit vom anatomischen Standpunkte aus das Jacobson'sche Organ entschieden für ein Geruchsorgan erklärt werden.

Druck der Brühl'schen Univ.-Buch- & Steindruckerei (Fr. Chr. Pietsch) in Giessen.